

**UJI AKURASI APLIKASI KOMPAS *CROWDMAG* PADA
SISTEM OPERASI ANDROID DAN IOS DALAM
MENENTUKAN ARAH UTARA SEJATI DI OBSERVATORIUM
ASTRONOMI SUNAN AMPEL**

SKRIPSI

Oleh:

Nisfa' Ayu Novita

NIM. C06218009



**PROGAM STUDI ILMU FALAK
JURUSAN HUKUM PERDATA ISLAM
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nisfa' Ayu Novita
NIM : C06218009
Fakultas/Jurusan/Prodi : Syariah dan Hukum/ Hukum Perdata Islam/ Ilmu Falak
Judul Skripsi : Uji Akurasi Aplikasi Kompas CrowdMag Pada Sistem Operasi Android Dan IOS Dalam Menentukan Arah Utara Sejati Di Observatorium Astronomi Sunan Ampel

Menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Surabaya, 13 Mei 2022

Saya yang menyatakan,



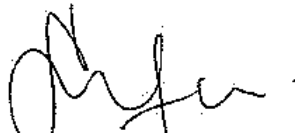
Nisfa' Ayu Novita
NIM. C06218009

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang ditulis oleh Nisfa' Ayu Novita NIM. C06218009 ini telah diperiksa dan disetujui untuk dimunaqosahkan

Surabaya, 20 Mei 2022

Pembimbing



Novi Sopwan, M.Si

NIP. 198411212018011002

PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh Nisfa' Ayu Novita NIM. C06218009 ini telah dipertahankan didepan sidang Munaqasah Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya pada hari Rabu, tanggal 06 Juli 2022 dan dapat diterima sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana strata satu dalam Ilmu Syariah.

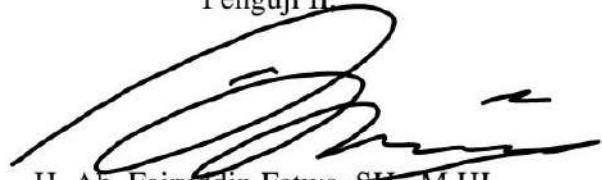
Majelis Munaqasah Skripsi

Penguji I,



Novi Sopwan, M.Si.
NIP.198411212018011002

Penguji II



H. Ah. Fajruddin Fatwa, SH., M.HI.,

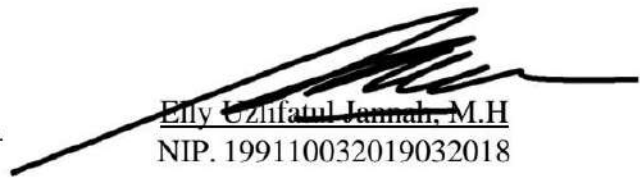
Dipl.Lead
NIP. 197606132003121002

Penguji III,



Ikhsan Fatah Yasin, SHI, MH.
NIP. 198905172015031006

Penguji IV,



Elly Uzlifatul Jannah, M.H
NIP. 199110032019032018

Surabaya, 06 Juli 2022

Menegaskan,

Fakultas Syariah dan Hukum

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Dekan,



Dr. Hj. Suqiyah Musafa'ah, M.Ag.
NIP. 196303271999032001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nisfa' Ayu Novita
NIM : C06218009
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
E-mail address : ayunisfa963@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

Yang berjudul :

UJI AKURASI APLIKASI KOMPAS *CROWDMAG* PADA SISTEM OPERASI ANDROID DAN IOS DALAM MENENTUKAN ARAH UTARA SEJATI DI OBSERVATORIUM ASTRONOMI SUNAN AMPEL

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 18 Juli 2022

Penulis

(Nisfa' Ayu Novita)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

Skripsi ini berjudul “Uji Akurasi Aplikasi Kompas *CrowdMag* Pada Sistem Operasi Android Dan IOS Dalam Menentukan Arah Utara Sejati Di Observatorium Astronomi Sunan Ampel”. Skripsi ini menjawab pertanyaan yang tertuang dalam Rumusan Masalah, yaitu bagaimana hasil penentuan arah Utara sejati aplikasi Kompas *CrowdMag* pada sistem operasi Android dan iOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel dan bagaimana Akurasi penentuan arah Utara sejati aplikasi Kompas *CrowdMag* pada sistem operasi Android dan iOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan yang dilakukan di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA). Sumber data primer yang digunakan adalah pengukuran arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA). Sumber sekunder adalah buku, jurnal dan artikel yang berkaitan dengan arah Utara sejati dan Kompas. Penulis mengambil data sekunder, berupa buku yang berjudul “Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi” karya Siti Tatmainul Qulub dan kedua adalah jurnal yang ditulis oleh Asmuni, Hasan Matsum dan Immanul Muttaqin, dengan judul “*The True North Urgency of the Earth in Determining the Direction of the Qibla According to Fiqh and Falak Science*”. Teknik analisis menggunakan deskriptif kualitatif dan komparatif.

Disimpulkan bahwa pengukuran arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA) menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* sistem operasi Android dan iOS memiliki selisih 3° . Selanjutnya, akurasi pengukuran arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* pada sistem operasi Android dan iOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA). Nilai arah Utara sejati dihasilkan oleh Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder sama presisi dan akurat. Nilai arah Utara sejati berupa 14° sistem operasi iOS, 17° sistem operasi Android dan 15° Kompas analog Suunto, terhadap arah Utara sejati menggunakan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder. Hasil penelitian yang lain juga dilakukan di medan magnet rendah berupa 3° sistem operasi iOS, 6° sistem operasi Android dan $4-5^\circ$ Kompas analog Suunto, terhadap arah Utara sejati Teodolit.

Penulis membuat tanda arah Utara sejati secara horizontal dan vertikal di OASA yang digunakan sebagai patokan dalam pengamatan-pengamatan benda langit, seperti rukyatul hilal menggunakan Teodolit. Arah Utara sejati tersebut dapat dijadikan acuan arah mata angin di kampus UINSA.

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TRANSLITERASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah.....	10
C. Rumusan Masalah.....	11
D. Kajian Pustaka	11
E. Tujuan Penelitian.....	13
F. Kegunaan Hasil Penelitian	14
G. Definisi Operasional	14
H. Metode Penelitian.....	16
I. Sistematika Penulisan.....	19
BAB II DASAR DAN TEORI.....	20
A. Pengertian Kompas.....	20
B. Sejarah Kompas	21
C. Bagian-bagian Kompas.....	31
D. Jenis-jenis Kompas	33
E. Sistem Operasi Kompas	38
F. Aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i>	38

G. Pengertian Arah Utara Sejati	51
H. Konsep Utara Sejati Dalam Ilmu falak	52
I. Observatorium Astronomi Sunan Ampel.....	56
BAB III PENGUKURAN ARAH UTARA SEJATI	57
A. Peralatan Yang Digunakan	57
1. Aplikasi Kompas <i>CrwodMag</i>	57
2. <i>Google Earth</i>	58
3. Teodolit	58
4. Mizwala Qiblah Finder.....	60
5. Kompas Analog Suunto.....	61
B. Langkah-langkah Penelitian	61
1. Teodolit	61
2. Mizwala qiblah Finder.....	64
3. Kompas Analog Suunto.....	66
4. Aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i>	67
C. Hasil Penentuan Arah Utara Sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel	69
1. Aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i>	69
2. Kompas Analog Suunto.....	73
3. Teodolit	74
4. Mizwala Qiblah Finder.....	75
BAB IV HASIL DAN ANALISIS AKURASI.....	76
A. Analisis Proses Pengukuran.....	76
1. Teodolit	76
2. Aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i>	77
3. Kompas Analog Suunto	77
4. Mizwala Qiblah Finder	78
B. Analisis Akurasi Penentuan Arah Utara Sejati	78
1. Observatorium Astronomi Sunan Ampel.....	78
2. Medan Magnet Rendah.....	82
C. Fungsi Arah Utara Sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel	85

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	90
A. Kesimpulan	90
B. Saran	91
DAFTAR PUSTAKA.....	92
LAMPIRAN.....	



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Akurasi Pengukuran Arah Utara Sejati.....	85
---	----



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Sistem Koordinat Horizontal.....	9
Gambar 2.1	Kompas Luo Pan	24
Gambar 2.2	Kompas era Eropa	26
Gambar 2.3	Kompas era Ottoman	31
Gambar 2.4	Bagian-bagian Kompas	33
Gambar 2.5	Kompas Geologi.....	34
Gambar 2.6	Kompas Silva	35
Gambar 2.7	Kompas bidik lensa	36
Gambar 2.8	Aplikasi <i>CrowdMag</i>	41
Gambar 2.9	Tampilan layar <i>My data</i> aplikasi <i>CrowdMag</i>	42
Gambar 2.10	Tampilan layar <i>Compass</i> aplikasi <i>CrowdMag</i>	45
Gambar 2.11	Tampilan layar <i>WMM</i> aplikasi <i>CrowdMag</i>	46
Gambar 2.12	Tampilan layar <i>CrowdMag</i> aplikasi <i>CrowdMag</i>	47
Gambar 2.13	Tampilan layar <i>Settings</i> aplikasi <i>CrowdMag</i>	48
Gambar 2.14	Teori Trigonometri Bola.....	55
Gambar 2.15	Observatorium Astronomi Sunan Ampel	56
Gambar 3.1	Aplikasi Google Earth.....	58
Gambar 3.2	Teodolit	60
Gambar 3.3	Mizwala Qiblah Finder.....	61
Gambar 3.4	Kompas analog Suunto KB-14	61
Gambar 3.5	Membidik Matahari menggunakan Teodolit	63
Gambar 3.6	Menandai arah Utara sejati menggunakan Mizwala Qiblah Finder.....	66

Gambar 3.7	Mengukur arah Utara sejati menggunakan Kompas analog Suunto KB-14.....	67
Gambar 3.8	Mengukur arah Utara sejati menggunakan aplikasi <i>CrowdMag</i>	69
Gambar 3.9	Menentukan arah Utara sejati di OASA menggunakan aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> sistem operasi Android dan iOS	69
Gambar 3.10	Aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> Android	70
Gambar 3.11	Selisih arah Utara sejati aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> sistem operasi Android dan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder.....	70
Gambar 3.12	Arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> Android	70
Gambar 3.13	Aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> iOS	72
Gambar 3.14	Selisih arah Utara sejati aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> sistem operasi iOS dan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder.....	72
Gambar 3.15	Arah Utara sejati menggunakan Aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> iOS.....	72
Gambar 3.16	Kompas analog Suunto KB-14	73
Gambar 3.17	Arah Utara sejati menggunakan Kompas analog Suunto KB-14	73
Gambar 3.18	Arah Utara sejati menggunakan Teodolit.....	74
Gambar 3.19	Arah Utara sejati menggunakan Mizwala Qiblah Finder	75

Gambar 4.1	Arah Utara sejati Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder sama presisi	79
Gambar 4.2	Selisih arah Utara sejati Kompas analog Suunto	80
Gambar 4.3	Selisih arah Utara sejati aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> sistem operasi Android	81
Gambar 4.4	Selisih arah Utara sejati aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> sistem operasi iOS.....	82
Gambar 4.5	Membidik Bulan untuk menentukan arah Utara sejati di medan magnet rendah menggunakan Teodolit	83
Gambar 4.6	Menentukan arah Utara sejati di medan magnet rendah menggunakan aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> sistem operasi Android dan iOS	83
Gambar 4.7	Selisih arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> Android di medan magnet rendah.....	84
Gambar 4.8	Selisih arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas <i>CrowdMag</i> iOS di medan magnet rendah.....	84
Gambar 4.9	Selisih arah Utara sejati menggunakan Kompas analog Suunto KB-14 di medan magnet rendah.....	85
Gambar 4.10	Tanda arah Utara sejati secara Horizontal di OASA	86
Gambar 4.11	Tanda arah Utara sejati secara Vertikal di OASA	86
Gambar 4.12	Membidik arah Utara sejati untuk Rukyatul Hilal menggunakan Teodolit.....	87
Gambar 4.13	Hilal Bulan Dzulqa'dah 1443 H.....	87
Gambar 4.14	Membidik arah Utara sejati untuk pengamatan benda langit (Bulan) menggunakan Teodolit	88
Gambar 4.15	Bulan menggunakan Teodolit	88
Gambar 4.16	Representasi arah Utara sejati di Gedung Twin Tower UINSA.....	89

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Islam merupakan agama samawi yang diturunkan oleh Allah kepada Nabi Muhammad SAW, sebagai nabi terakhir dengan menurunkan Al-Qur'an sebagai pedoman dan hujjah bagi umat islam. Berisi informasi tentang alam semesta, khususnya pengetahuan tentang ilmu falak.

Abdurrahman bin Muhammad dalam kitabnya yang berjudul *Bughiyah al-Mustarsyidin* menjelaskan, mempelajari ilmu falak itu wajib bahkan mesti menguasainya. Sedangkan menurut Zubir Umar al-Jailany menjelaskan hukum mempelajari ilmu falak adalah fardhu kifayah atas orang-orang sendirian. Menurut ulama terhadap hadist yang diriwayatkan oleh at-Thabrani dan al-bazzar, "...mengamat-amati matahari dan bulan untuk mengingat Allah Ta'ala", kemudian hukum mempelajari ilmu falak ada beberapa, yaitu fardhu kifayah apabila mempelajari ilmu falak untuk mengetahui waktu salat, arah kiblat, rukyah dan sesuatu yang berhubungan dengan ibadah. Mubah apabila mempelajari ilmu falak untuk mengetahui manzil (posisi) bulan, lintang dan bujur geografis. Haram apabila digunakan untuk mengetahui hal-hal ghaib yang dilarang dalam islam seperti menerawang nasib seseorang.¹

Ilmu falak menurut Ensiklopedi Hukum Islam adalah Ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda Langit, Matahari, Bulan, Bintang dan Planet-planet tentang fisik, gerak, ukuran dan segala sesuatu yang berhubungan

¹ Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu falak*, (Jakarta: Prenadamedia group, 2015), 25-26.

dengannya.² Pembahasan pokok ilmu falak sangat luas, karena kajiannya tidak terbatas pada peredaran Matahari dan Bulan saja, namun juga keterkaitannya dengan apa yang terjadi dengan Bumi, seperti fungsi arah mata angin Bumi.

Angin adalah gerak udara yang sejajar dengan permukaan Bumi. Udara bergerak dari daerah bertekanan rendah. Angin memiliki besaran fisis kecepatan dan arah yang diakibatkan oleh adanya perbedaan tekanan udara di suatu daerah. Arah angin adalah dari mana arah angin berhembus yang dinyatakan dalam satuan derajat arah (*Direction Degree*), di ukur dari titik Utara Bumi dan searah jarum jam yang sesuai dengan skala sudut kompas.³

Asal usul arah mata angin berawal dari pergerakan angin dari satu tempat ke tempat lain yang berbeda-beda. Pada zaman dahulu orang-orang memperkirakan arah mata angin dengan bantuan posisi Matahari pada siang hari, dan ketika malam hari dengan bantuan posisi rasi Bintang Gubuk Penceng. Pada zaman yang berkembang saat ini, menentukan arah mata angin mudah dilakukan, salah satunya menggunakan alat yang disebut kompas.⁴

Definisi kata Arah adalah garis jarak terdekat yang menunjukkan suatu tempat yang diukur dengan lingkaran besar. Dalam Bahasa Inggris arah adalah “*Direction is a line leading to a place or point without the distance*”

² Hajar, *Ilmu Falak Sejarah, Perkembangan dan Tokoh-tokohnya*, (Pekanbaru:PT Sutra Benta Perkasa, 2014), 3.

³ Suwarti, dkk, *Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang, 56.

⁴ Farida Dian Lestari, *Peningkatan Pemahaman Materi Arah Mata Angin Pada Denah Mata Pelajaran IPS Melalui Media Papan Magnetik Siswa Kelas III MINU Wedoro*, (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2018), 27.

information".⁵ Arah mata angin dibagi menjadi 3 bagian, yaitu primer, sekunder dan tersier. Mata angin primer atau mata angin utama terdiri dari Utara, Timur, Selatan dan Barat. Mata angin sekunder merupakan mata angin yang berada diantara empat mata angin primer, antara lain Barat laut, Barat daya, Timur laut dan Tenggara. Mata angin tersier merupakan mata angin yang berada diantara mata angin primer dan mata angin sekunder, antara lain Utara timur laut, Timur-timur laut, Timur menenggara, Selatan menenggara, Selatan barat daya, Barat-barat daya, Barat-barat laut, dan Utara barat laut.⁶

Arah mata angin sangat berguna dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya dapat membantu kita mengetahui posisi suatu tempat ke posisi tempat lainnya, sumber energi angin mampu membuat turbin angin yang bermanfaat menghasilkan listrik, bermanfaat dalam memperkirakan cuaca, arah mata angin juga berpengaruh dalam operasi transportasi laut dan udara yang digunakan oleh nelayan dan pilot, dengan menggunakan alat ukur angin dan sensor kompas digital. Arah mata angin juga berguna sebagai petunjuk navigasi, peta dan kompas. Kompas pada umumnya memiliki empat arah mata angin dengan utara sebagai sumbu utama.

Utara dalam bahasa arab الشِّمَالُ, sedangkan dalam bahasa inggris disebut *North*. Utara adalah titik yang memotong (batas) lingkaran meridian dengan

⁵ L. Maskhuriyah dan Novi Sopwan, *Pencentuan Arah Kiblat Di Atas Kapal Sebagai Aplikasi Penerapan Sistem Koordinat Dalam Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa Dan Ilmu Falak*, Seminar Nasional Fisika (SNF) 2019: Menghilirkan Penelitian-Penelitian Fisika dan Pembelajarannya, (Surabaya 19 Oktober 2019), 36.

⁶ Ida Bagus Ketut Surya Gumana, *Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Berbasis Problem Based Learning Kelas III Sekolah Dasar SD Negeri 1 Baru*, Universitas Pendidikan Ganesha, 2021, 6.

kathulistiwa di bagian Utara Bumi atau langit. Utara sejati (*True North*) adalah titik manapun di atas Bumi ke kutub Utara, atau garis yang berimpit dengan garis meridian dan menuju ke kutub Utara geografik yang dilalui sumbu rotasi Bumi. Arah Utara magnet adalah arah Utara dari jarum kompas magnetik.⁷

Arah Utara sejati dimanfaatkan ilmuwan falak untuk mengukur arah kiblat, yang pada dasarnya menjadi syarat sah melaksanakan ibadah salat. Kiblat berasal dari kata “*qabala-yaqbalu*” bermakna “menghadap”. Arah kiblat merupakan penentuan posisi pandangan menghadap ke letak koordinat geografis Kakbah di seluruh permukaan Bumi.⁸ Namun bagi orang-orang yang jauh dari mekkah cukup menghadap ke arah kakbah, dengan jarak Bumi yang luas sehingga perlu perhitungan untuk menentukan arah kiblat (*Shatr al-Masjidil Haram*). Dalam mencari arah kiblat diperlukan arah Utara sejati untuk menghitungnya.

Dasar teori Imam Nawawi dalam karyanya berjudul “*al-Majm Syarah Muhazzab*” dalam penentuan arah kiblat bagi orang yang jauh dari kakbah dengan bantuan Utara sejati:

إِذَا لَمْ يَعْرِفِ الْعَائِبِ عَنْ أَرْضِ مَكَّةَ الْقِبْلَةَ وَمَ يَجِدُ مُحْرَابًا وَلَا مَنَ يُخْبِرُهُ عَلَى مَا سَبَقَ لَزِمَهُ
الِاجْتِهَادُ فِي الْقِبْلَةَ وَيَسْتَقْبِلُ مَا أَدَّى إِلَيْهِ اجْتِهَادُهُ وَأَقْوَاهَا الْقُطْبُ وَهُوَ نَجْمٌ صَغِيرٌ فِي بَنَاتِ نَعَشِ
الصُّعْرَى بَيْنَ الْفَرْقَدَيْنِ وَالْجُدِيِّ

⁷ Asmuni, dkk, *The True North Urgency Of The Earth In Determining The Deriction Of The Qiblah According To Fiqh And Falak Science*, BIRCI Journal Nov 2020, Vol 3 No 4, 3356.

⁸ L. Maskhuriyah dan Novi Sopwan, *Penentuan Arah Kiblat Di Atas...*30.

“jika orang yang jauh dari tanah Makkah tidak mengetahui kiblat, dia juga tidak mendapatkan *mihrab* (penanda Ka’bah) dan juga tidak ada seorangpun yang memberitahunya, maka wajib berjihad mencari kiblat kemudian menghadap sesuatu yang sesuai ijtihadnya. Adapun petunjuk arah kiblat yang paling kuat adalah mencari bintang kutub Utara. Bintang kutub Utara adalah rasi bintang kecil yang berada dekat bintang ursa minor terletak antara bintang perkad dan jadyi”.⁹

Utara sejati dalam ilmu Falak tidak hanya digunakan dalam penentuan arah kiblat saja. Dalam melaksanakan kegiatan rukyatul hilal awal bulan kamariah, Utara sejati diperlukan untuk men-setting posisi teodolit dan teleskop.

Arah Utara sejati dapat dicari menggunakan kompas. Kompas merupakan alat navigasi penunjuk arah mata angin. Kompas terdapat jarum magnetik yang dapat menyelaraskan dengan magnet Bumi. Kompas pertama kali ditemukan oleh seorang penambang China dan jauh sudah digunakan sejak abad 7. Kompas dahulu berupa bongkahan biji magnet yang mengarah ke Utara kutub Bumi. Kompas magnetik pertama kali digunakan dalam ekspedisi pelayaran oleh navigator China dan Eropa pada abad ke-11.

Seiring dengan berkembangnya zaman, ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang. Khususnya bidang teknologi elektronik seperti *Smartphone* yang membantu dalam kehidupan umat manusia. Banyak sekali *software* dan aplikasi di *Playstore* dan *Apple store* dikembangkan oleh

⁹ Immanul Muttaqin, *Problematika Pengukuran Arah Kiblat di Kota Binjai Ditinjau Dari Penentuan Utara Sejati Bumi*, (Disertasi--UIN Sumatera Utara, Medan, 2021), 28.

perusahaan-perusahaan dan lembaga-lembaga khusus yang bergerak di pengembangan *software* dan aplikasi.¹⁰

Aplikasi kompas *CrowdMag* merupakan aplikasi yang berguna mencari arah Utara sejati, penggunaan aplikasi *CrowdMag* dapat digunakan pada sistem Android ataupun iOS. Aplikasi *CrowdMag* dirilis oleh NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), National Geophysical Data Center yang merupakan satelit milik amerika pada tahun 2014 dan telah diupdate pada tahun 2020. Berfungsi memberikan informasi seperti GPS (*Global Positioning System*), mengarahkan pengguna ke empat arah (Utara, Timur, Selatan dan Barat) khususnya Utara sejati. Kompas *CrowdMag* memberikan informasi deklinasi magnetik, variasi magnetik, medan magnet total dan komponen medan magnet lainnya (serta ketidakpastian terkaitnya) berdasarkan *World Magnetic Model* (WMM) tahun 2020 terbaru.

Urgensi aplikasi kompas *CrwodMag* dalam menentukan Utara sejati adalah Aplikasi Kompas *CrowdMag* sangat mudah didownload dan gratis di semua *Playstore Android* dan *APP Store iOS*. Aplikasi kompas *CrowdMag* Mudah digunakan, dengan mengaktifkan GPS di *Smartphone*. Aplikasi kompas *CrowdMag* diluncurkan oleh lembaga ilmiah Administrasi Kelautan dan Atmosfir Nasional dari Amerika Serikat. Terdapat koreksi deklinasi

¹⁰ Gunawan, Nur Aisyah, *Akurasi Kompas Digital Pada Smartphone Android dalam Menentukan Arah Kiblat*, Hisabuna, (Juni 2021), Vol 2 No 2. 4-5.

magnetik, anomali magnetik, magnetic strom index dan menunjukkan dua arah Utara yaitu Utara sejati dan Utara magnetik.

Penggunaan Aplikasi Kompas *CrowdMag* membutuhkan fungsi GPS (*Global Positioning System*) dalam mencari data koordinat titik tempat penelitian. GPS merupakan sistem menggunakan satelit navigasi dengan mengirimkan sinyal gelombang ke permukaan Bumi untuk menentukan posisi geografis.¹¹ GPS pertama kali dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat menggunakan satelit utama yang mengorbit Bumi dengan mengirimkan sinyal ke permukaan tanah. *Smartphone* memiliki menu GPS dapat membaca data secara berurutan dan memberikan data lokasi yang akurat.¹²

Kompas memiliki masalah terkait tarikan gravitasi dimana dapat terpengaruh oleh bahan-bahan logam atau arus listrik di sekitar kompas. Oleh sebab itu ketika menggunakan kompas tidak boleh didalam ruangan yang mengandung bahan-bahan logam.¹³ Penulis menggunakan aplikasi sistem Android dan iOS dikarenakan aplikasi Kompas *CrowdMag* dapat diunduh di sistem operasi Android dan iOS serta kedua sistem operasi tersebut selalu menjadi pilihan masyarakat umum.¹⁴

¹¹ Rianarda, *Studi Perbandingan Penentuan Posisi Geografis Berdasarkan Pengukuran dengan GPS (Global Position System), Peta Google Earth Dan Navigasi.Net*, Jurnal Penelitian Sains, (Mei 2015), Vol 17.

¹² Jason Bay, dkk, *Forensic Analysis of Third Party Location Applications in Android and iOS*, Department of Computer and Information Technology Purdue University, (28 June 2019), 1.

¹³ Arino Bemi Sado, *Pengaruh Deklinasi Magnetik Pada Kompas dan Koodinat Geografis Bumi Terhadap Akurasi Arah Kiblat*, Al-Afaq Universitas Islam Negeri Mataram, (2019), Vol 1 No 1, 2.

¹⁴ M. Ichwan, Fifin Hakiky, *Pengukuran Kinerja Goodreads Application Progamming Interface (API) Pada Aplikasi Mobile Android*, Jurnal Informatika Institut Teknologi Nasional Bandung, (Mei-Agustus 2011), Vol 2 No 2, 15.

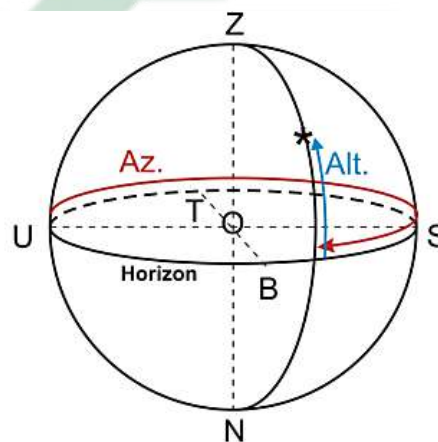
Penulis menguji akurasi aplikasi Kompas *CrwodMag* dengan instrument falak berupa Kompas analog Suunto, Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder. Kompas analog Suunto merupakan jenis Kompas magnetik, yang penggunaannya seperti Kompas pada umumnya dan sering digunakan dalam sehari-hari. Selanjutnya adalah Teodolit, disebut sebagai alat yang akurat dalam menentukan Utara sejati dengan bantuan sinar matahari karena memiliki teropong yang dapat menangkap sinar matahari. Teodolit memiliki sumbu pengukuran horizontal (*horizontal angle*) yang berfungsi melihat Azimuth benda langit, dan sumbu pengukuran vertikal (*vertical angle*) yang berfungsi melihat Altitude benda langit.¹⁵

Mencari Utara sejati menggunakan Teodolit dengan cara 360°-Azimuth Matahari. Azimuth adalah bujur benda langit yang diukur dari arah Utara ke posisi benda langit sepanjang horizon melewati arah timur. Azimuth dan Altitude merupakan bagian sistem koordinat Horizontal. Bidang Horizontal adalah titik lokasi dimana pengamat melakukan pengamatan terhadap benda langit. Setiap titik lokasi memiliki data koordinat geografi, yaitu Lintang dan Bujur. Penentuan Utara sejati dengan azimuth Matahari dilakukan pada siang ke sore hari ketika Matahari terlihat. Membidik teleskop theodolith ke Matahari tidak lupa menggunakan filter Matahari agar tidak merusak mata.¹⁶

¹⁵ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah ke Teori Dan Aplikasi*, (Depok: Rajawali Pers, 2017), 263.

¹⁶ Novi Sopwan, dkk, *Akurasi Penentuan Altitude dan Azimuth Bulan Saat Gerhana Bulan Total 26 Mei 2021 di OASA UINSA Surabaya*, Seminar Nasional Fisika (SNF) 2021: Adaptasi Baru dalam Pembelajaran dan Riset Fisika untuk Mewujudkan Program Merdeka Belajar, (Surabaya 18 Oktober 2021), 136-139.

Sedangkan Mizwala sebuah instrument falak, memiliki komponen bidang dial dan gnomon (tongkat tegak lurus), berfungsi mencari arah kiblat dan arah Utara sejati. Mizwala Qiblah Finder merupakan instrumen yang diciptakan oleh lulusan astronomi ITB, bernama Hendro Setyanto pada tahun 2010. Penentuan arah Utara sejati menggunakan Mizwala Qiblah Finder juga membutuhkan nilai Azimuth bayangan Matahari.



Gambar 1.1 Sistem Koordinat Horizontal¹⁷

Pentingnya kedudukan Utara sejati di OASA (Observatorium Astronomi Sunan Ampel) dengan titik koordinat lintang $-7^{\circ}19'23''$ dan bujur $112^{\circ}44'00''$. Dapat mendukung pengembangan penelitian, seperti melakukan pengamatan rukyatul hilal, bintang dan planet di langit malam, menentukan arah kiblat di OASA dan berguna dalam penelitian-penelitian di OASA berikutnya. Penulis juga melakukan pengamatan Rukyatul Hilal dan Bulan di OASA, menggunakan fungsi dari arah Utara sejati yang telah dibuat dari hasil penelitian, Oleh karena itu penulis terdorong untuk melakukan penelitian ini.

¹⁷ Novi Sopwan, dkk, *Akurasi Penentuan Altitude dan Azimuth Bulan Saat Gerhana Bulan Total...* 137.

B. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah

1. Identifikasi masalah yang Penulis gunakan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:
 - a. Belum ada pengujian keakurasian Kompas *Smartphone*.
 - b. Aplikasi kompas *CrowdMag* merupakan aplikasi baru yang belum pernah diuji tingkat keakurasiannya.
 - c. Pengertian definisi arah mata angin, khususnya Utara sejati.
 - d. Penentuan Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel menggunakan aplikasi kompas *CrowdMag* pada Sistem Operasi Android dan iOS.
 - e. Akurasi Penentuan Utara Sejati aplikasi Kompas *CrowdMag* pada Sistem Operasi Android dan iOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.
2. Ruang lingkup yang penulis batasi dalam penulisan ini adalah:
 - a. Penentuan Utara sejati aplikasi Kompas *CrowdMag* pada Sistem Operasi Android dan iOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.
 - b. Akurasi Penentuan Utara Sejati aplikasi Kompas *CrowdMag* pada Sistem Operasi Android dan iOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil penentuan arah Utara sejati Aplikasi Kompas *CrowdMag* pada Sistem Operasi Android dan iOS di Obseravatorium Astronomi Sunan Ampel?
2. Bagaimana Akurasi Penentuan arah Utara Sejati Aplikasi Kompas *CrowdMag* pada Sistem Operasi Android dan iOS di Obseravatorium Astronomi Sunan Ampel?

D. Kajian Pustaka

Beberapa penelitian yang membahas terkait, diantaranya:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Rick Saitus dan Manoj Nair dengan judul “*CrowdMag for Personal Interaction With Arctic Magnetic Variation*”. Merupakan penelitian yang menggunakan aplikasi *CrowdMag* di lintang tinggi, yaitu di Arktik. Dengan perubahan magnetik dan interaksi angin dari Matahari yang menyebabkan fenomena Aurora Borealis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan *CrowdMag* dalam Sains, terutama di wilayah Arktik dimana variasi magnetik sehari-hari melebihi ratusan nano tesla.¹⁸
2. Penelitian jurnal yang ditulis oleh Asmuni, Hasan Matsum dan Immanuel Muttaqin, dengan judul “*The True North Urgency of the Earth in*

¹⁸ Rick Saltus and Manoj Nair, “*CrowdMag for Personal with Arctic Magnetic Variation*”, University of Colorado: CIRES, Boulder, USA, EGU General Assembly, 2020, 1.

Determining the Direction of the Qibla According to Fiqh and Falak Science'. Penelitian tersebut berisi mencari arah kiblat dari masjid dan mushollah dengan pendekatan Fiqh, menggunakan arah Utara sejati. Arah Utara sejati dapat dicari menggunakan Kompas, sedangkan yang dibutuhkan adalah Kompas yang memiliki informasi deklinasi magnetik, arah Utara sejati yang sebenarnya, arah Utara magnetik dan kekuatan medan magnet. Kompas tersebut bernama *CrowdMag* dan dapat didownload di Playstore.¹⁹

3. Penelitian skripsi yang ditulis oleh Lailatul Maskhuriyah dengan judul "Penentuan Arah Kiblat Di Atas Kapal Menggunakan Alat Navigasi" yaitu mencari arah kiblat menggunakan *gyrocompass*, Kompas, GPS dan Stellarium. Hasil arah kiblat yang ditentukan tidak akurat, disebabkan rotasi masing-masing bintang, panduan arah kiblat yang mutlak menggunakan 290° dan kapal yang bergerak.²⁰
4. Penelitian disertasi yang ditulis oleh Imamul Muttaqin dengan judul "Problematika Pengukuran Arah kiblat di Kota Binjai Ditinjau Dari Penentuan Utara Sejati Bumi (*True North*)" yaitu penelitian yang menjelaskan tentang bagaimana pengaruh penentuan Utara sejati Bumi terhadap akurasi ketepatan arah kiblat di masjid-masjid binjai menggunakan teodolit ditinjau dari segi fikih dan ilmu falak. Hasil

¹⁹ Asmuni et al. "The True North Urgency of The Earth in Determining the Deriction of The Qiblah According to Fiqh and Falak Science". *BIRCI Journal*. Vol. 3. No. 4. Nov 2020, 3353.

²⁰ Lailatul Maskhuriyah, "Penentuan Arah Kiblat Di Atas Kapal Menggunakan Alat Navigasi" (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya) 2019, 104.

penelitian penulis terhadap hisab Utara sejati hanya 1 musolla saja yang tepat ke ka'bah, 7 masjid yang arah kiblatnya masih dapat ditoleransi, selebihnya mengalami penyimpangan 1° - 23° menjauhi ka'bah.²¹

5. Penelitian skripsi yang ditulis oleh Arif Fahtur Rohman dengan judul “Uji Akurasi Qiblah Tracker RHI Dalam Menentukan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Bintang” yang menjelaskan tentang bagaimana mencari arah kiblat menggunakan azimut bintang yang dibantu dengan *Qiblah Tracker RHI* karya Mutoha Arkanuddin. Biasanya arah kiblat dtentukan dengan bantuan matahari, namun dalam penelitian ini menggunakan azimut bintang begitupun dengan bintang di langit malam. Berdasarkan hasil penelitian, akurasi *Qiblah Tracker RHI* dengan metode *Rashdul Qiblah lokal* selisih 6 menit sampai 15 menit busur yang masih dalam kisaran menit dan dibawah nilai kehati-hatian (*Ihtiyat*) 24 menit busur.²²

E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui penentuan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel menggunakan aplikasi kompas *CrowdMag*.

²¹ Imamul Muttaqin, Problematika Pengukuran Arah Kiblat di Kota Binjai Ditinjau Dari Penentuan Utara Sejati Bumi (True North), (Disertasi—UIN Sumatera Utara Medan), 2021.

²² Arif Fahtur Rohman, Uji Akurasi Qiblah Tracker RHI Dalam Menentukan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Bintang, (Skripsi—UIN Walisongo Semarang), 2019.

2. Mengetahui akurasi aplikasi kompas *CrowdMag* dalam penentuan arah Utara sejati pada sistem Android dan iOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.

F. Kegunaan hasil penelitian

1. Memberikan gambaran kepada mahasiswa ilmu falak dan masyarakat umum, sejauh mana akurasi aplikasi Kompas *CrowdMag* dapat menentukan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.
2. Membantu penelitian dan pengamatan selanjutnya di Observatorium Astronomi Sunan Ampel yang sudah ditentukan Utara sejati oleh penulis menggunakan kompas *CrowdMag*.

G. Definisi Operasional

Penjelasan dalam judul penelitian ini yaitu “Uji Akurasi Aplikasi Kompas *CrowdMag* Pada Sistem Operasi Android Dan iOS Dalam Menentukan Utara Sejati Di Observatorium Astronomi Sunan Ampel”, perlu dijelaskan secara umum agar memudahkan pembaca untuk memahami penelitian ini. Adapun istilah yang terdapat dalam judul adalah:

1. Arah Utara sejati

Definisi kata Arah adalah garis jarak terdekat yang menunjukkan suatu tempat yang diukur dengan lingkaran besar. Dalam Bahasa Inggris arah adalah “*Direction is a line leading to a place or point without the*

distance information".²³ Utara dalam bahasa arab الثَّيْمَالُ, sedangkan dalam bahasa inggris disebut *North*. Utara adalah titik yang memotong (batas) lingkaran meridian dengan kathulistiwa di bagian Utara Bumi atau Langit. Arah Utara sejati (*True North*) adalah titik manapun diatas Bumi ke kutub Utara, atau garis yang berimpit dengan garis meridian dan menuju ke kutub Utara geografik yang dilalui sumbu rotasi Bumi. Arah Utara magnet adalah arah Utara dari jarum kompas magnetik. Arah Utara dapat dicari menggunakan kompas.

2. Aplikasi *CrowdMag*

Aplikasi *CrowdMag* versi 1.8.3 merupakan aplikasi yang berguna mencari arah Utara sejati. Aplikasi *CrowdMag* dirilis oleh NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) Badan Kelautan dan Atmosfir Nasional, merupakan satelit milik amerika pada tahun 2014 dan telah diupdate pada tahun 2020. Berfungsi memberikan informasi seperti GPS (*Global Positioning System*) mengarahkan pengguna ke empat arah (Utara, Timur, Selatan dan Barat) khususnya Utara sejati. Kompas CrwodMag terdapat informasi deklinasi magnetik, variasi magnetik, medan magnet total dan komponen medan magnet lainnya (serta ketidakpastian terkaitnya) berdasarkan *World Magnetic Model* (WMM) tahun 2020 terbaru.

²³ L. Maskhuriyah dan Novi Sopwan, *Penentuan Arah Kiblat Di Atas Kapal Sebagai Aplikasi Penerapan Sistem Koordinat Dalam Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa Dan Ilmu Falak*, Seminar Nasional Fisika (SNF) 2019: Menghilirkan Penelitian-Penelitian Fisika dan Pembelajarannya, (Surabaya 19 Oktober 2019), 36.

3. Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA)

Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA) adalah Observatorium yang diresmikan pada tanggal 9 April 2021, berada di titik koordinat Lintang $-7^{\circ}19'23''$ (Lintang Selatan) dan Bujur $112^{\circ}44'00''$ (Bujur Timur), merupakan tempat penelitian dan pengujian astronomi bagi mahasiswa-mahasiswa ilmu falak, dosen ilmu falak dan masyarakat umum, terdapat teleskop *Celestron SCTW* dan *Meade LX 600*. Observatorium tersebut dibangun di Rooftop Lt. 10 Gedung Twin Towers B UINSA yang menjadi media kegiatan rukyatul hilal, pembelajaran langit seperti mengamati Planet, Bintang, dan Objek langit lainnya.

H. Metode penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian lapangan di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA) menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag*. Metode analisis data menggunakan deskriptif kualitatif.

2. Data yang dikumpulkan

a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung oleh penulis.

Data primer dalam penelitian ini adalah arah Utara sejati

menggunakan aplikasi kompas *CrowdMag* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang digunakan untuk mendukung dalam penelitian ini. Adapun data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber-sumber pustaka berupa buku, jurnal, karya ilmiah ataupun informasi-informasi hasil penulisan, terutama yang berkaitan dengan Ilmu Falak terkait arah Utara sejati dan Kompas. Data sekunder berupa buku yang berjudul Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi karya Siti Tatmainul Qulub, kedua adalah jurnal yang ditulis oleh Asmuni, Hasan Matsum dan Immanul Muttaqin, dengan judul “*The True North Urgency of the Earth in Determining the Direction of the Qibla According to Fiqh and Falak Science*”.

3. Teknik pengumpulan data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan:

a. Observasi lapangan

Melakukan pengukuran Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* dengan dua jenis sistem *Smartphone* (iOS dan Android).

b. Dokumentasi

Melakukan dokumentasi dengan mengambil gambar arah Utara sejati pada penelitian yang dilakukan menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.

4. Metode analisis data

Metode analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dan komparatif, sebagai berikut:

- a. Tahap pertama adalah mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan aplikasi *CrowdMag* kemudian mencari tahu bagaimana cara pengoperasian dalam menemukan arah Utara sejati.
- b. Tahap kedua adalah menganalisis secara sistematis terhadap penentuan Utara sejati kompas *CrowdMag* menggunakan sistem operasi iOS dan Android di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.
- c. Tahap ketiga adalah menguji aplikasi Kompas *CrowdMag* dengan instrument falak berupa Kompas analog Suunto, Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder, dalam menentukan Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.
- d. Tahap keempat adalah membuat kesimpulan dari hasil observasi terhadap penentuan Utara sejati aplikasi kompas *CrowdMag* menggunakan sistem operasi iOS dan Android di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.

I. Sistematika Penulisan

Secara berurutan dalam sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab, yang membantu dalam membaca. Dalam setiap bab terdapat sub-sub yang menjelaskan pembahasan.

Bab I berisi pendahuluan. Bab ini terdiri dari latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah, rumusan masalah, tinjauan pustaka, tujuan penelitian, kegunaan penelitian, metode yang digunakan dalam penelitian dan sistematika penelitian.

Bab II merupakan pembahasan kajian dasar dan teori. Berisi Pengertian Kompas, Sejarah Kompas, Bagian-bagian Kompas, Jenis-jenis Kompas, Sistem Operasi Kompas, Aplikasi *CrowdMag*, Pengertian Arah Utara Sejati, Konsep Arah Utara Sejati Dalam Ilmu Falak, dan Observatorium Astronomi Sunan Ampel.

Bab III merupakan Pengukuran Arah Utara Sejati. Berisi Peralatan Yang Digunakan, Langkah-langkah Pengukuran, dan Hasil Pengukuran Arah Utara Sejati di OASA.

Bab IV Analisis hasil penelitian. Berisi Analisis Proses Pengukuran, Analisis Akurasi Penentuan Arah Utara Sejati dan Fungsi Arah Utara Sejati di OASA.

Bab V berisi hasil kesimpulan penelitian dan saran.

BAB II

DASAR DAN TEORI

A. Pengertian Kompas

Kompas berasal dari kata Inggris yaitu “*Compass*” yang berarti “*Pedoman*” dan Bahasa arab “*بوصلة*” berarti “Kompas”.²⁴ Kompas merupakan alat pedoman untuk menunjukkan arah mata angin, seperti alat penunjuk arah atau alat navigasi. Kompas dapat menyelaraskan dengan magnet Bumi ke arah utara-selatan magnetis, karena memiliki jarum magnetik didalamnya. Selalu digunakan dari sejak penemuannya sampai sekarang. Kompas menunjukkan nilai dalam satuan derajat (*Derection Degrees*) dari titik Utara berputar searah jarum jam dari 0°-359°.

Kompas menunjukkan titik arah mata angin dengan mengarahkan titik jarum yang ada di dalam Kompas. Arah mata angin pada Kompas ada beberapa, yaitu:

1. Mata angin primer

- a. Utara (0°)
- b. Timur (90°)
- c. Selatan (180°)
- d. Barat (270°)

2. Mata angin sekunder

Arah mata angin yang berada di antara empat mata angin utama:

²⁴ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah ...* 228.

- a. Timur Laut : berada di antara Timur dan Utara (45°).
- b. Tenggara : berada di antara Timur dan Selatan (135°).
- c. Barat Daya : berada di antara Barat dan Selatan (225°).
- d. Barat Laut : berada di antara Barat dan Utara (315°).

3. Mata angin tersier

Arah mata angin yang berada di antara arah mata angin primer dan arah mata angin sekunder:

- a. Utara-Barat Laut : berada di antara Utara dan Barat Laut ($337^\circ30'$).
- b. Barat-Barat laut : berada di antara Barat dan Barat Laut ($292^\circ30'$).
- c. Barat-Barat Daya: berada di antara Barat dan Barat Daya ($247^\circ30'$).
- d. Selatan-Barat Daya: berada di antara Selatan dan Barat Daya ($202^\circ30'$).
- e. Selatan-Menenggara: berada di antara Selatan dan Tenggara ($157^\circ30'$).
- f. Timur-Menenggara: berada di antara Timur dan Tenggara ($122^\circ30'$).
- g. Timur-Timur Laut: berada di antara Timur dan Timur Laut ($67^\circ30'$).
- h. Utara-Timur Laut: berada di antara Utara dan Timur Laut ($22^\circ30'$).²⁵

B. Sejarah Kompas

1. Di Kawasan China

Pada zaman dahulu, manusia mengamati Matahari ketika terbit dan tenggelam untuk mengetahui arah. Mereka membuat tanda titik dari

²⁵ Ida Bagus Ketut Surya Gumana, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Berbasis Problem Based Learning Kelas III Sekolah Dasar SD Negeri 1 Baru, Universitas Pendidikan Ganesha, 2021, 6.

sinar Matahari ke Bumi dari terbit sampai tenggelam. Kemudian, seiring berkembangnya pengetahuan manusia, mereka mengamati benda langit lain seperti Bintang Polaris sebagai petunjuk arah. Bumi yang berbentuk bulat dengan garis katulistiwa sebagai pembagi antara Bumi bagian Selatan dan Utara, dengan bagian tersebut, mereka mengetahui arah antara Utara dan Selatan dan menandai arah-arah tersebut. Seiring dengan berkembangnya pengetahuan dan teknologi, ditemukan alat bernama Kompas yang dapat membantu menunjukkan arah.

Asal usul Kompas dimulai sejak ditemukannya bongkahan batu alam yang memiliki sifat biji magnet oleh Penambang China lama (China Tiongkok Tradisional). Bongkahan biji magnet tersebut ketika diikat pada seutas tali, selalu menuju arah Utara. Penemuan tersebut menjadi dasar referensi Kompas saat ini, yang memiliki jarum magnetik yang menunjukkan banyak arah. Penemuan di China tersebut ditulis dan dijelaskan dalam karya yang berjudul Loven Heng. Penemuan Kompas di China di bagi menjadi dua, pertama, Kompas lama yang menunjukkan arah selatan dan Kompas Luo Pan (Kompas Modern) yang merupakan pengembangan dari Kompas China. Terdapat Master Feng Shui yang merupakan orang ahli Ilmu Feng Shui, biasanya menggunakan Kompas Luo Pan dalam mengimplementasikan ilmunya. Ilmu Feng Shui merupakan ilmu warisan dari China, terkadang disebut dengan sains kuno. Ilmu feng Shui mempelajari tentang energi alam, keseimbangan alam, menata bangunan, ruang dan benda.

a. Dinasti Zhou (1046-221 SM)

Penggunaan kompas digunakan saat itu oleh bangsa China pada masa Dinasti Zhou ketika mencari batu giok ke gunung. Agar tidak tersesat, mereka selalu membawa alat petunjuk untuk mengetahui arah selatan. Ahli feng shui pada masa itu menemukan Kompas Si Nan, dan saat ini Kompas Si Nan disebut dengan Luo Pan (nama Kompas Modern) yang merupakan dasar dari perkembangan Kompas Modern dan digital saat ini. Kompas Si Nan memiliki dua komponen, yaitu plat persegi sebagai dasar peletak dan sendok (gala) yang mengandung magnet.

b. Dinasti Qin (221-206 SM)

Konsep Kompas pada masa Dinasti Qin tidak jauh berbeda dengan Kompas pada masa Dinasti Zhou, yaitu memiliki komponen berupa sendok dan plat, yang membedakan adalah sendok yang digunakan berupa seongkah batu yang diukir dan plat berbentuk lingkaran seimbang yang terbuat dari perunggu.

c. Dinasti Han (2 SM – 2 M)

Kompas pada masa Dinasti Han dibuat berdasarkan Kompas Si Nan yang dikembangkan menjadi Kompas Shi Pan. Kompas Shi Pan memiliki dua komponen yaitu Tian Pan (bagian dalam berbentuk bulat) dan Di Pan (plat berbentuk persegi yang melambangkan Bumi di bagian luar). Di pan berbentuk bulat dan dapat diputar serta memiliki poros di tengahnya, Tian Pan terbuat

dari lempengan plat yang tidak mengandung magnet. Fungsi kedua komponen tersebut adalah untuk mengetahui arah dan waktu berdasarkan perputaran konstelasi bintang-bintang kutub Utara.

d. Dinasti Tang (abad ke 6-9 M)

Kompas pada Dinasti Tang dikenal dengan nama Yang Gong Pan. Kompas Yang Gong Pan memiliki dua komponen, yaitu Tian Pan dan Lingkaran Chuan Sha 72 Long.

e. Dinasti Song (abad ke 9-12 M)

Kompas pada Dinasti Song jauh lebih berkembang dan umum digunakan, tidak hanya berguna sebagai petunjuk arah, namun juga digunakan banyak kalangan sebagai alat navigasi. Kompas pada saat tersebut sudah memiliki jarum berputar dan mengambang. Kompas Dinasti Song bagian Selatan nama Kompas Luo Pan diganti menjadi San He Luo Pan, karena bentuk San He Luo Pan penentuan titik Utara Bumi ditunjukkan oleh Matahari dan Magnet. Pada tahun 1086, master Feng Shui bernama Shen Kuo menemukan Kompas yang dapat menunjukkan empat arah (Utara, Barat, Selatan dan Timur). Pada tahun 1127, perdagangan dan perekonomian meningkat diseluruh dunia, sehingga banyak bangsa Arab dan Eropa masuk ke wilayah China dan digunakan sebagai kesempatan untuk memperkenalkan Kompas tersebut.

f. Dinasti Ming dan Qing (abad ke 13-19)

Kompas pada masa Dinasti Ming dan Qing, terdapat buku menjelaskan petunjuk penggunaan kompas Luo Pan, dengan peningkatan lingkaran-lingkaran, buku tersebut bernama Qing Ding Luo Jieng Jie Ding. Pada masa Dinasti Ming dan Qing Kompas disebut dengan Jiang Pan atau San Yuan Luo Pan yang mengembangkan Kompas Luo Pan dengan menambahkan diagram 64 Heksagram Yi Jing oleh master Feng Shui bernama Jiang Da.

Pada masa Dinasti Ming Besar (1368-1644), Zheng He atau dikenal dengan Laksamana Cheng Ho melakukan ekspedisi ke banyak negara menggunakan Kompas pada tahun 1405-1433, setelah itu Kompas digunakan sebagai navigasi utama pelayaran.²⁶



Gambar 2.1 Kompas Luo Pan²⁷

²⁶ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah ke Teori Dan Aplikasi*, (Depok: Rajawali Pers, 2017), 232.

²⁷ Indonesia Fengshui Online Center, "Perkembangan Kompas Feng Shui (Luo Pan)": <https://www.klikfengshui.com/article/perkembangan-kompas-feng-shui-luo-pan> diakses pada tanggal 10 Juni 2022.

2. Di Kawasan Eropa

Setelah ditemukan Kompas di China, pada abad ke 12 ketika bangsa Eropa melakukan penjajahan dan pelayaran ke negara-negara, mereka membuat Kompas dengan cara menggosokkan jarum pada biji magnet, hal ini menjadi modifikasi Kompas Modern yang memiliki jarum sebagai komponen utama. Pada awal abad ke 13, penggunaan Kompas sangat digandrungi oleh Pelaut eropa Barat dan Persia, dengan membeli Kompas dari Dinasti Song China dan memperjual belikan lagi ke negara lain.

Pada tahun 1877 seorang Inggris bernama Willian Thomson dan Baron Kevin (Lord Kevin), melakukan perbaikan terhadap penyimpangan magnetik yang sering menimbulkan kesalahan-kesalahan, kompas dan semua warga negara menerima alat penunjuk arah bernama Kompas. Kompas yang sudah dimodifikasi tersebut membantu dalam navigasi pelayaran Eropa pada abad ke 19, namun terjadi kesalahan dalam penggunaan Kompas tersebut, karena bahan dan arsitektur kapal baja banyak menggunakan komponen bersifat besi yang membuat penyimpangan magnetik pada kompas. Kemudian pada tahun 1906, ditemukan Kompas non-magnetik atau disebut Girokompas (*Gyrocompass*). Kompas tersebut juga digunakan dalam perang dunia pertama dalam mendukung petunjuk arah transportasi tempur dan peluru kendali.



Gambar 2.2 Kompas era Eropa²⁸

3. Di Era Islam

Setelah Kompas ditemukan di China, pada abad ke 8 bangsa Arab melakukan modifikasi Kompas tersebut. Sejarah Kompas magnetik juga diawali dari ahli astronomi Islam seperti, Ibn Yunus pada abad ke 10 ahli geografi seperti al-Masudi. Ibn Hazm (994-1064) menulis tentang magnetik di dalam karyanya yang berjudul *Tauq al-Hamama* dan satu buku berisi puisi yang mengacu pada magnet. Jabir Ibn Hayyan (Gaber) juga menggambarkan ketidakaturan gaya magnet.

Kompas magnetik sudah lama disebutkan dan digunakan oleh umat islam, kemudian penggunaan Kompas dilakukan oleh bangsa Eropa. Dua karya penulis pada abad ke 13 membuktikan penggunaan Kompas magnetik dalam wilayah islam. Pertama Muhammad al-Awfi menulis tentang Kompas magnetik didalam karyanya yang berjudul “*Jami’ al-Hikayat*” (*Comprehensive Anecdotes*) sekitar 1232 M. Beliau menulis bahwa Pelaut menggunakan batu yang digosok dengan magnet dalam petunjuk navigasi. Di dalam bukunya, Muhammad al-Awfi juga

²⁸ Ari Welianto, Kompas.com, “Penemuan Kompas Mendorong Bangsa Eropa Lakukan Penjajahan”: <https://www.kompas.com/skola/read/2020/06/22/114500569/penemuan-kompas-mendorong-bangsa-cropa-lakukan-penjelajahan?page=allpage2> diakses pada tanggal 10 Juni 2022.

menjelaskan penggunaan Kompas ketika melakukan perjalanan di Laut Merah dan Teluk Persia. Buku kedua yang menjelaskan tentang Kompas magnetik berjudul “*Kanz at-Tujjar fi Marifet al-Ahjar*” (*Book on the Merchants, Treasure of Knowledge of Stone*), ditulis oleh Baylak al-Qibjagi di Kairo pada abad ke 13, beliau menjelaskan tentang jarum Kompas.²⁹

Ibn al-Syatir pada awal abad ke 14 M, merupakan ahli astronomi lahir di Damaskus kemudian belajar di Kairo dan Alexandria. Pemikiran beliau terhadap teori Heliosentris (Matahari sebagai pusat tata surya) jauh dikemukakan sebelum Copernicus lahir. Pemikiran tersebut beliau dapatkan ketika melakukan pengamatan empiris dengan menggabungkan alat al-Tusi dan al-Urdi, sehingga dapat mengetahui pergerakan benda-benda langit. Ibn al-Syatir menulis beberapa risalah, salah satu karyanya berjudul “*Nihayat al-Sul Fi Tashih al-Usul*” yang menjelaskan dasar teori tentang pemikiran heliosentris. Beliau juga berkontribusi dalam menciptakan instrument Astrolabe, Sundial, Kompas dan lainnya.³⁰

Bukti lain adalah dua kegunaan alat Kompas magnetik, pertama yaitu mengukur dan menentukan arah kiblat di Mekkah, kedua

²⁹ Ferhat Ozcep, *Terrestrial Magnetism in The Ottoman Empire: Documents and Measurement*, Departement of Geophysics, Istanbul University and Visiting Scholar, Departement of History and Philosophy of Science, University of Cambridge, 3.

³⁰ Siti Nur Halimah, *Benang Merah Penemu Teori Heliosentris: Kajian Pemikiran Ibn Al-Syāṭir*, Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-ilmu Berkaitan UIN Walisongo Semarang, Juni 2018, 143.

adalah instrument falak bernama Astrolabe dan Sundial cocok dengan Kompas magnetik. Selanjutnya yaitu pada abad ke 15, seorang Pelaut yang dikenal sebagai Penakluk Samudera Hindia dan Laut Merah asal Yaman, menciptakan 32 arah mata angin, yang kini disebut dengan Kompas Rose, beliau bernama Sihabuddin Ahmad bin Majid bin Amr ad-Duwaik atau Ibnu Majid. Kompas tersebut menjadi dasar Kompas penerbangan dan transportasi saat ini dan terus berkembang sesuai dengan fungsi dan bentuk yang berbeda.³¹

4. Di Era Ottoman

Sejarah kekaisaran Ottoman dibagi menjadi dua periode, periode klasik (pra-modern) dan periode modern. Pengetahuan di era kekaisaran Ottoman mengembangkan antara sejarah (*Natural History*) dan filsafat (*Natural Philosophy*). Pencampuran ini berdasarkan tradisi dan institusi dari Seljuk Turks. Pengembangan ilmu pengetahuan pada era Ottoman tidak kalah besar dibanding tempat Madrasah Islam seperti di Egypt, Syiria, Iran dan Turkistan. Era modern diawali pada abad ke 17, ketika menerjemahkan literasi-literasi ilmu pengetahuan Eropa dan melakukan observasi yang bekerja sama dengan kekaisaran Ottoman.

Pada era klasik, kekaisaran Ottoman mengembangkan dasar ilmu pengetahuan dan Pendidikan melalui Madrasah atau tempat ilmu. Madrasah pertama yang berdiri pada era Ottoman bernama Iznik Madrassa pada tahun 1330. Karya asli seperti pengetahuan matematika,

³¹ Ibid, Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah ...*232.

astronomi dan kedokteran diterjemahkan kedalam Bahasa arab, turki dan Persia.

Wilayah kekaisaran Ottoman diapit oleh beberapa laut, termasuk laut Mediterania, laut hitam, laut merah dan samudera india. Berguna dalam bidang militer dan ekonomi, sehingga membutuhkan pembuatan peta wilayah. Pada abad ke 16, navigasi dan petunjuk kekaisaran Ottoman menggunakan Kompas magnetik, Bersama dengan kemajuan teknologi kartografi.

Menurut Sipahioglu pada tahun 1957, Ibn Arabsah pada tahun 1389-1451 menerjemahkan karya Mahummad al Awfi yang berjudul *Jami' al-Hikayat* kedalam Bahasa Turki selama kepemimpinan Sultan Murad II (1421-1444). Kemudian dilakukan penerjemahan menjadi dua buku lagi, yang dilakukan oleh penyair Necati dan Salih bin Celal (1493-1563). Buku yang diterjemahkan oleh Salih bin Celal menjelaskan tentang magnet (batu magnet) yang dibuat pada abad ke 15.

Waktu bagaimana pertama kali Kompas magnetik dibuat pada era Ottoman belum diketahui pasti, namun sudah digunakan sejak abad ke 16. Piri Reis seorang Kapten kapal, pertama kali menjelaskan tentang Kompas magnetik dalam karya yang berjudul "*Kitabi Bahriye*" (*The Book of Navigation at Sea*) sebuah manuskrip yang ditulis pada tahun 1521. *Kitabi Bahriye* merupakan salah satu kitab terbaik yang di ketahui Piri Reis dan dibagi menjadi beberapa bagian (*Chapter*), setiap bagian lokasi khusus atau wilayah Mediterania secara grafik. Buku ini banyak

mendiskusikan tentang berbagai topic seperti badai laut, Kompas, tujuh lautan, dan bagaimana metode menggambar 1513 map. *Kitabi Bahriye* merupakan salah satu karya tentang Kompas, geografi dan kartografi terbaik pada era kekaisaran Ottoman, berguna menambah wawasan intelektual dan berguna sampai sekarang. Pada tahun 1519 terdapat puisi Turki terkenal yang mempresentasikan Kompas:

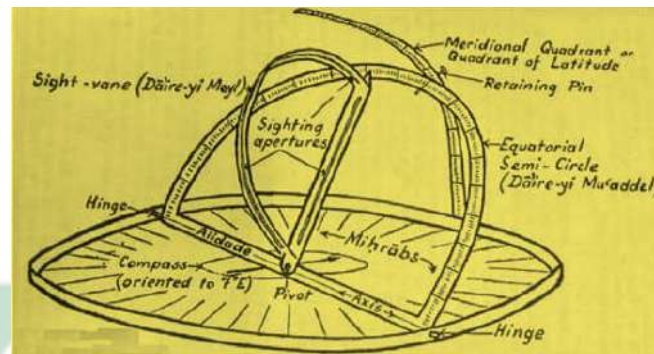
*Vara bir kuse karar ide heman
Ol simal yildizidir bil bigüman
Kim bu tasa var Simalin nispeti
Ol sebepten meyl ider gör kuderti*

Ketika berbalik dan berhenti
Kamu boleh pastikan menunjuk ke bintang Utara
Batu ini menghadap Utara
Lihatlah kekuatan tuhan
Karena batu berubah seperti itu

Puisi tersebut menunjukkan bahwa jarum Kompas mengandung batu magnet dapat menunjukkan arah Utara geografi, karena pengaruh dari bintang kutub Utara. Seperti bintang di kutub (Polaris) dan jarum terbuat dari batu magnet merupakan penunjuk arah yang digunakan Pelaut.

Seydi Ali Reis (1562) merupakan tokoh penting dalam sejarah maritim di Turki. Beliau menulis dua buku dan manuskrip (risalah) yang berkaitan dengan Kompas. Dalam manuskrip yang berjudul “*Risale-i Mirat Kainat min Alat-I Irtifa*” (*The Treatise Called the Mirror of the Universe According to the Instrument for Measuring Altitude*), beliau menyebutkan dalam “*Da`irat al-Muaddel*” (*Equatorial Semi-circle*)

merupakan instrument pemetaan. Dijelaskan dalam karya Seydi Ali Reis, alat ini terdapat jarum magnet dengan variasi 7 derajat ke arah Timur.



Gambar 2.3 Kompas era Ottoman

Bentuk Kompas terdapat jarum yang dapat bergerak dibagian tengahnya, dan ketika jarum garis hitam yang sejajar menjadi empat arah. Seydi Ali Reis juga menulis buku yang berjudul *Muhit (Book of the Ocean)* ditulis di Ahmedabad, India. Buku tersebut menjelaskan tentang informasi teknis dan cara kerja Kompas. Buku tersebut juga terbagi dalam sepuluh bagian, empat bagian memfokuskan pada penjelasan Kompas. Dan di terjemahkan dalam banyak Bahasa.³²

C. Bagian-bagian Kompas

1. Piringan tanda derajat

Piringan derajat dalam Kompas terdiri dari putaran garis-garis yang memiliki pembagian skala derajat. Pembacaan piringan garis-garis dimulai dari garis Utara atau Utara magnetis ke arah garis Selatan atau

³² Ferhat Ozcep, *Terrestrial Magnetism in The Ottoman Empire: Documents And Measurement...* 7-10.

Selatan Magnetis dan kemudian berputar melingkar sampai ke arah garis Utara atau Utara magnetis, searah dengan perputaran jarum jam.

2. Jarum magnet

Jarum Kompas merupakan bagian terpenting dari Kompas, karena jarum Kompas menunjukkan posisi kita menuju ke arah mata angin mana. Jarum Kompas sangat rentan terhadap pengkaratan, sehingga perlu dijaga agar tidak mengalami kerusakan dan mengakibatkan eror.

3. Skala derajat

Skala derajat pada Kompas berada di perputaran garis piringan derajat. Skala derajat Kompas umumnya adalah 360° sesuai dengan pembagian skala derajat Internasional. Namun pembagian skala derajat pada Kompas berbeda-beda sesuai dengan penggunaan dan bentuknya, seperti Kompas pada pesawat tempur.

4. Rumah Kompas

Rumah Kompas berguna melindungi bagian-bagian dalam Kompas dari gangguan luar. Dari dalam rumah Kompas umumnya diberi minyak bening, berguna menjaga Kompas tetap normal Ketika berada pada suhu ekstrem seperti -4° sampai 50° untuk menghindari pengkaratan dari dalam Kompas. Minyak bening juga membuat sistem kerja Kompas lebih tenang dan baik.³³

³³ Muhammad Tajuddin Lathif, Urgensi Koreksi Maghnet Kompas Terhadap Akurasi True North Dalam Pengukuran Akurasi Arah Kiblat (skripsi—UIN Sumatera Utara, Medan), 2020, 34-35.



Gambar 2.4 Bagian-bagian Kompas

D. Jenis-jenis Kompas

1. Menurut kegunaan dan fungsinya Kompas dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu:

a. Kompas Analog

Kompas analog umum digunakan dalam kegiatan sehari-hari dan pengoperasiannya masih manual, dengan menyelaraskan jarum Kompas yang terdapat pada Kompas tersebut. Kompas analog memiliki beberapa jenis, yaitu:

1) Kompas Geologi, merupakan Kompas yang berguna untuk menentukan kemiringan dan arah dalam permukaan tanah, biasanya digunakan dalam pekerjaan di bidang Geologi. Contoh: Kompas geologi.



Gambar 2.5 Kompas Geologi³⁴

- 2) Kompas Orientasi: Kompas yang digunakan dalam suatu perjalanan dengan menampilkan perhitungan dan pembacaan peta secara langsung (*Orienteering*). Contohnya: Kompas silva. Kompas silva memiliki bentuk bening transparan, sehingga dapat memudahkan dalam pembacaan peta. Kompas Silva memiliki jarum Kompas atau tanda panah penyesuai yang terdapat di dasar piringan. Kompas Silva juga memiliki cermin yang memudahka kita dalam pembidikan dan pembacaan, kaca pembesar dan konektor untuk peta berskala 1:50.000 dan 1:25.000, penggaris di piringan Kompas dalam satuan inchi dan cm, dalam jenis tertentu Kompas Silva dilengkapi dengan lensa pembidik, berguna mengukur busur derajat pada peta. Kompas Silva terdapat kekurangan yaitu membutuhkan alat bantu lain ketika menyelaraskan dengan kedataran tempat.

³⁴ Alamendah, “Jenis, Bagian, dan Fungsi Kompas”: <http://www.pramukaria.id/2015/09/jenis-bagian-dan-fungsi-kompas.html?m=1> diakses pada tanggal 10 juni 2022.



Gambar 2.6 Kompas Silva³⁵

- b. Kompas Bidik, berguna untuk membidik arah atau objek yang akan dilalui pengguna. Kekurangan dari Kompas bidik adalah perlu menggunakan busur dan penggaris ketika ingin membaca arah di peta. Contoh: Kompas prisma atau Kompas bidik lensa.

Kompas Prisma atau Kompas bidik lensa, merupakan Kompas yang banyak digunakan, mudah dibawa kemana-mana, terbuat dari logam, dapat digunakan ketika malam hari karena mengandung zat *phosphoric*, terdapat besar sudut bidikan, sehingga pengguna dapat mengetahui azimuth dan back azimuth. memiliki kekurangan, validitas besar pengukuran sudut kurang akurat, piringan Kompas mudah sekali bergerak terutama untuk pengukuran sudut Kompas dengan angka ganjil, hanya berdasarkan perkiraan saja.

³⁵ Alamendah, "Jenis, Bagian, dan Fungsi Kompas": <http://www.pramukaria.id/2015/09/jenis-bagian-dan-fungsi-kompas.html?m=1> diakses pada tanggal 10 juni 2022.



Gambar 2.7 Kompas bidik lensa³⁶

c. Kompas Digital

Kompas digital merupakan Kompas yang menggunakan sistem operasi digital yang semakin canggih. Kompas digital saat ini digandrungi dan sering digunakan, karena penggunaannya mudah. Kompas digital menjadi salah satu menu tambahan disetiap *Smartphone* atau gawai.

2. Jenis-jenis Kompas berdasarkan sistem dan penggunaannya, dibagi menjadi beberapa:

a. Kompas Magnetik

Kompas magnetik adalah Kompas yang menggunakan medan magnet bumi dalam mengarahkan jarum Kompas ke arah mata angin. Kompas magnetik pada saat tertentu tidak berfungsi, Ketika Kompas berada disekitar kutub Bumi (Kutub Utara dan Kutub Selatan), karena mengikuti jalur yang tidak teratur. Contoh Kompas Magnetik adalah Kompas Induksi dan Kompas Mariner.

³⁶ Alamendah, "Jenis, Bagian, dan Fungsi Kompas": <http://www.pramukaria.id/2015/09/jenis-bagian-dan-fungsi-kompas.html?m=1> diakses pada tanggal 10 juni 2022.

b. Kompas Non-magnetik

Kompas non-magnetik adalah Kompas yang tidak menggunakan medan magnet Bumi sebagai acuan untuk jarum Kompas ke arah mata angin. Contoh Kompas Non-magnetik adalah girokompas (*Gyrocompass*). Girokompas memiliki inti yang bekerja tidak dengan pengaruh dari magnet, sehingga digunakan dalam perang dunia pertama sebagai petunjuk pada armada seperti kapal, pesawat dan pada senjata seperti peluru kendali, dan pesawat tempur. Girokompas menyampaikan informasi yang tepat dan benar ke repeater di berbagai bagian kapal dari pembacaan giroskop. Terdapat Repeater pada kapal, berguna untuk mengindikasikan arah atau menyimpan catatan Gerakan kapal secara konstan. Selanjutnya, Repeater berkembang dengan melakukan secara otomatis untuk mengoreksi kecepatan dan garis lintang pada kapal, kemudian girokompas harus melakukan perbaikan. Selanjutnya *Gyrocompass* harus terus diperbaiki Ketika terjadi perubahan di kapal seperti kecepatan dan garis lintang. Namun, pada armada dan transportasi kapal dan pesawat juga dilengkapi Kompas magnetik yang berguna menyelaraskan arah yang benar dan tepat satu sama lain.

Pembagian jenis-jenis Kompas diatas, mengerucut bahwa Kompas yang baik dan layak digunakan adalah Kompas yang jarum Kompas-nya dapat menunjukkan arah yang tepat dan benar, dengan penyimpangan magnetik yang sedikit bahkan tidak ada penyimpangan magnetik sama sekali, Sehingga

jarum Kompas dapat menunjukkan arah, khususnya Utara sejati.³⁷ Kompas memiliki masalah terkait tarikan gravitasi dimana dapat terpengaruh oleh bahan-bahan logam atau arus listrik di sekitar kompas. Oleh sebab itu ketika menggunakan kompas tidak boleh didalam ruangan yang mengandung bahan-bahan logam.³⁸

E. Sistem Operasi Kompas

Langkah-langkah penggunaan Kompas secara umum, sebagai berikut:

1. Persiapkan kompas dan posisikan dalam keadaan datar.
2. Hindari lokasi yang dekat dengan benda-benda mengandung logam dan magnet.
3. Bidik arah yang ingin dituju, karena Kompas memiliki piringan skala derajat dan skala derajat, seperti arah 0° ke arah Utara.
4. Bergeraklah menuju arah seperti yang ditunjuk jarum Kompas.
5. Jarum menunjukkan arah Utara, karena sisi utara jarum Kompas ditarik oleh gaya magnet Bumi bagian selatan, sebaliknya juga, apabila jarum menunjukkan arah selatan, karena jarum Kompas ditarik oleh gaya magnet Bumi bagian Utara.
6. Tandai lokasi yang sudah ditemukan.

F. Aplikasi *CrowdMag*

Aplikasi *CrowdMag* dirilis pada tahun 2014 dan telah diupdate pada tahun 2020. Dibuat oleh sekelompok ahli Geomagnetisme dari Pusat Informasi

³⁷ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah*, ... 236-240.

³⁸ Arino Bemi Sado, Pengaruh Deklinasi Magnetik Pada Kompas dan Koodinat Geografis Bumi Terhadap Akurasi Arah Kiblat, *Al-Afaq Universitas Islam Negeri Mataram*, (2019), Vol 1 No 1, 2.

Lingkungan Nasional (*National Centers for Environmental Information /NCEI*) dan National Geophysical Data Center, dari NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), merupakan Lembaga Administrasi Kelautan dan Atmosfir Nasional Ilmiah milik amerika. Penggunaan aplikasi *CrowdMag* dapat digunakan pada sistem operasi PC, Android ataupun iOS. Berfungsi memberikan informasi data magnetik, seperti peta, mengarahkan pengguna ke empat arah (Utara, Timur, Selatan dan Barat) khususnya Utara sejati secara Ilmiah. Kompas *CrowdMag* memberikan tampilan informasi deklinasi magnetik, variasi magnetik, medan magnet total dan komponen medan magnet lainnya (serta ketidakpastian terkaitnya) berdasarkan *World Magnetic Model* (WMM) tahun 2020 terbaru.³⁹

Aplikasi Kompas *CrowdMag* sangat mudah didownload gratis, di semua *Playstore Android* dan *Apple Store*. Aplikasi kompas *CrowdMag* Mudah digunakan, dengan cara mengaktifkan GPS di *Smartphone*. Aplikasi Kompas *CrowdMag* juga terdapat koreksi deklinasi magnetik dan menunjukkan dua arah Utara yaitu Utara sejati dan Utara magnetik. Kedua arah tersebut dipengaruhi oleh medan gaya magnet di Bumi. Medan magnet Bumi adalah gaya Tarik magnet yang tersebar di daerah sekitar Bumi. Manusia membutuhkan bantuan alat untuk mendeteksi medan magnet bumi seperti Kompas.⁴⁰ Berikut sumber medan magnet Bumi:

³⁹ National Centers For Environmental Information NOAA, "About CrowdMag": <https://www.ngdc.noaa.gov/gcomag/crowdmag.shtml> Diakses pada 23 Mei 2022.

⁴⁰ Tim, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Balai Pengembangan Pendidikan Anak Usia Dini Dan Pendidikan Masyarakat Banten, Mengenal Medan Magnet, Fisika Paket C Kelas XII, 2018, 170.

1. *Main Field*: medan utama magnet Bumi yang bersumber dari inti Bumi.
2. *External Field*: medan magnet luar Bumi hasil dari ionisasi sinar ultraviolet Matahari di atmosfer.
3. *Anomaly Field*: medan magnet anomali dari induksi *Main Field*.⁴¹

Aplikasi Kompas *CrowdMag* mengumpulkan data secara anonim, tidak dengan mendaftar melalui data privasi seperti e-mail, nama, atau nomor dari pengguna Smartphone. Aplikasi Kompas *CrowdMag* berkontribusi dalam pengembangan teknologi dalam perubahan model medan magnet dan navigasi magnetik, dengan cara menggabungkan dan menyimpan database, seperti waktu, tempat, akurasi posisi dan model Smartphone. Para pengguna Aplikasi Kompas *CrowdMag*, di Institut Nasional Studi Lingkungan NOAA di Boulder, Colorado, Amerika Serikat.

NOAA merupakan Lembaga Ilmiah yang berintegrasi dan berkontribusi dalam pengembangan teknologi dan penemuan yang berpengaruh di dunia dibidang. NOAA dibantu dengan satelit dalam mengemban misi-misi. Berikut adalah sejarah satelit yang pernah diluncurkan NOAA: GOES A – C (1975 – 1993), NOAA 1 – 5/ ITOS A, D, G, F, H (1970 – 1979), NOAA 6 – 7 (1979 – 1987), NOAA 8 – 14 (1983 – 2007), GOES D – H / 4 – 7 (1980 – 1996), GOES I – M (1994 – 2013), NOAA 15 – 19 / K – O (1998 – Sekarang), Jason 1 – 3 (2001 – Sekarang), GOES N – P / 13 – 15 (2006 – 2006), COSMIC 1 – 2

⁴¹ Retno Purwaningsih, dkk, *Interprestasi Bahwa Permukaan Daerah Sesar Kali Kreo Berdasarkan Data Magnetik*, Unnes Physics Journal, Semarang, 2019, 10.

(2006 – Sekarang), JPSS (2011 – Sekarang), DSCOVR (2015 – Sekarang), GOES R – U/ 16 – 19 (2016 – Sekarang).⁴²



Gambar 2.8 Aplikasi *CrowdMag*

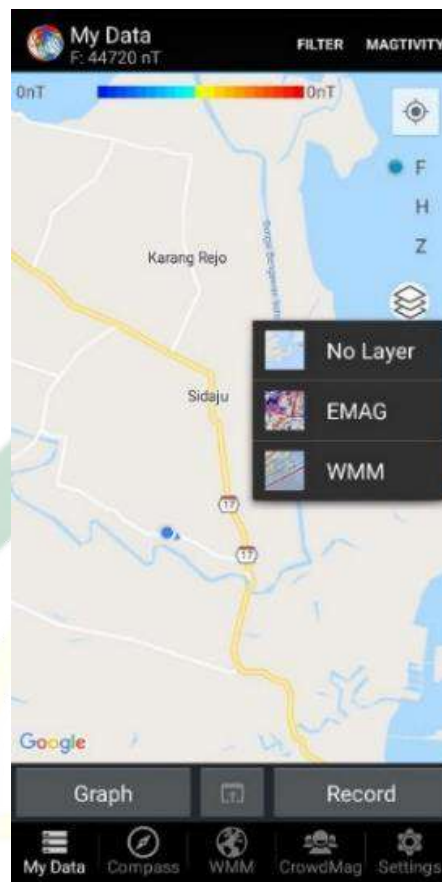
1. Tampilan layar aplikasi *CrowdMag*

a. Menu *My data*

Memberikan informasi peta, peta pola kekuatan medan magnet diseluruh dunia, dan peta EMAG (elektromagnetik).

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

⁴² National Enviromental Satellite Data and Information Service, Department of Commerce, “History of NOAA Satellites”:
<https://www.nesdis.noaa.gov/current-satellite-missions/history-of-noaa-satellites> diakses pada 23 Mei 2022.



Gambar 2.9 Tampilan layar *My data* aplikasi *CrowdMag*

b. Menu *Compass*

1) *True direction*

Adalah arah Utara sejati yang sebenarnya, bukan arah Utara magnetik.

2) *Magnetic direction*

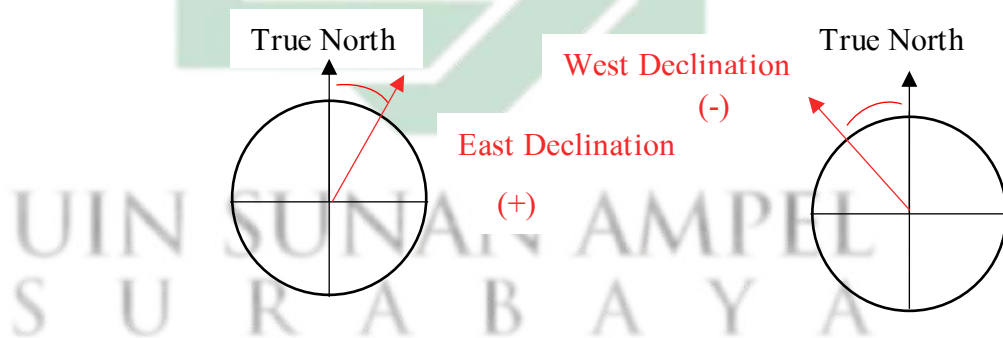
Adalah arah Utara magnetik, bukan arah Utara sejati yang sebenarnya.

3) *Declination*

Deklinasi magnetik adalah simpangan sudut yang berada diantara arah Utara sejati (*True North*) dan arah Utara magnetik (*Magnetic*

North) yang berubah tergantung variasi magnet, tempat dan waktu. Deklinasi magnetik berfungsi untuk mengetahui seberapa jauh simpangan yang ditunjukkan oleh Kompas. Karena Kompas tidak selalu menunjukkan arah Utara sejati dengan tepat, sehingga perlu adanya koreksi deklinasi magnetik.

Koreksi deklinasi magnetik menunjukkan dua posisi, yaitu positif (+) dan negatif (-). Deklinasi magnetik positif, disebut dengan deklinasi Timur (*East Declination*), yaitu ketika penyimpangan sudut ke arah Timur dari Utara sejati ke Utara magnetik. Sedangkan, deklinasi magnetik negatif, disebut dengan deklinasi Barat (*West Declination*), yaitu ketika penyimpangan sudut, menyimpang ke arah Barat dari Utara sejati ke Utara magnetik.⁴³



Berikut rumus Menghitung koreksi deklinasi magnetik pada Kompas:

$$\text{Dec} = \tan (\text{deklinasi Kompas}) \times 100$$

⁴³ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah*, ... 233.

Contoh:

$$\begin{aligned} \text{Dec} &= \tan (0^{\circ}8') \times 100 \\ &= 1^{\circ}23'46.87'' \\ &= 1.396354144 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sehingga sudut Utara Sejati adalah $1^{\circ}23'46.87''$ atau 1.4 cm dari Barat ke Utara (*East Declination*). Artinya setiap 100 cm ke arah Barat ke Utara sebesar 1.4 cm untuk mendapatkan arah Utara Sejati tersebut.⁴⁴

4) *Magnetic storm index*

Gaya magnet berasal dari interaksi gesekan, antara kutub magnet (*magnetosfer*) dan elektron (*ionosfer*) sehingga menghasilkan *index* badai magnetik. Daya *ionosfer* dihasilkan dari partikel-partikel sinar matahari yang terbawah angin yang menuju Bumi.⁴⁵

5) *Magnetic anomaly*

Anomali magnetik adalah sebuah fenomena alam berasal dari induksi batu-batuan yang mengandung mineral-mineral daya magnetik alami yang tersebar di bawah permukaan Bumi (medan

⁴⁴ Ibid, Urgensi Koreksi Magnet Kompas Terhadap Akurasi True North Dalam Pengukuran Akurasi Arah Kiblat.

⁴⁵ M. Fakhrol Islam Masruri, Bayu Merdeka Tri Fristiyan Nanda, *Analisis Indeks Aktivitas Geomagnet Pada Saat Badai Geomagnet 13 Oktober 2016*, Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Vol.5, No. 2, Juli 2018, 72.

magnet).⁴⁶ +50% menunjukkan kekuatan anomali medan magnetik tinggi, sedangkan -50% menunjukkan anomali medan magnetik rendah.

6) Skala derajat

Skala derajat pada Kompas berada di perputaran garis piringan derajat. Skala derajat Kompas umumnya adalah 360° sesuai dengan pembagian skala derajat Internasional. Skala derajat pada CrowdMag dari 0° - 359° .

7) *Waterpass*

Fungsi *WaterPass* adalah untuk mengetahui kedataran benda. Titik *Water Pass* pada *CrowdMag* berwarna biru di tengah.



Gambar 2.10 Tampilan layar *Compass* aplikasi *CrowdMag*

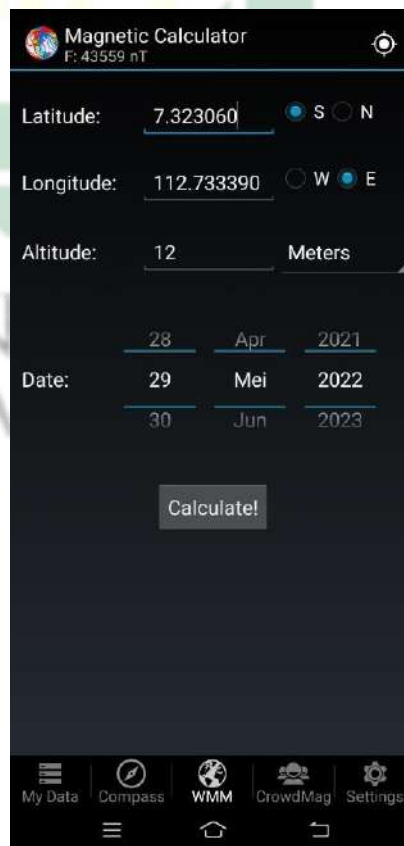
⁴⁶ Sehad, dkk, *Pendugaan Model Sumber Anomali Magnetik Bawah Permukaan di Area Pertambangan Emas Rakyat Desa Paningkaban, Kecamatan Gumclar, Kabupaten Banyumas*, Jurnal Fisika Indonesia, No: 53, Vol XVIII, Agustus 2014, 39.

c. Menu WMM

1) WMM calculator

Berfungsi menghitung deklinasi (derajat) dan total field (satuan nT) pada lokasi yang diinginkan, dengan memasukkan data:

- a) Latitude= 7.323060, S (Lintang Selatan) dan N (Lintang Utara)
- b) Longitude= 112.733390, E (Bujur Timur) dan W (Bujur Barat)
- c) Altitude= 120 Meters. Dalam satuan Kilometers, Meters dan Feet
- d) Date= 31 Mei 2022



Gambar 2.11 Tampilan layar WMM aplikasi CrowdMag

d. Menu *CrowdMag*

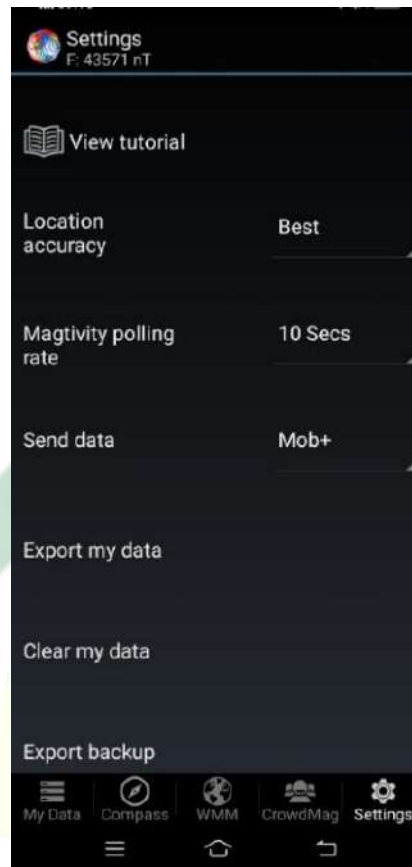
Memeberikan informasi kekuatan nilai dari data F (nilai anomali magnetik), H dan Z. Warna biru menunjukkan nilai anomali magnetik paling rendah, dan warna merah menunjukkan nilai anomali magnetik paling tinggi.



Gambar 2.12 Tampilan layar *CrowdMag* aplikasi *CrowdMag*

e. Menu Settings

Mengatur kualitas keakuratan lokasi, waktu Magnitivity polling rate, dan data dari perjalanan kita yang disimpan menggunakan aplikasi *CrowdMag*.



Gambar 2.13 Tampilan layar Settings aplikasi *CrowdMag*

2. Satelit dan software pendukung aplikasi Kompas *CrowdMag*

a. *World Magnetic Model* (WMM)

WMM (*World Magnetic Model*) adalah produk gabungan dari *National Intelligence Agency* (NGA) Amerika Serikat dan *Defense Geographic Center* (DGC) Inggris, yang dikembangkan oleh Pusat Informasi Lingkungan Nasional (*National Centers for Enviromental Information* /NCEI) NOAA dan *British Geological Survey* (BGS). WMM merupakan model perhitungan yang digunakan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat, Kementrian Pertahanan Inggris, Organisasi Pakta Pertahanan Inggris (*North Atlantic Treaty*

Organization /NATO) dan Organisasi Hidrografi Internasional (*International Hydrographic Organizations* /IHO).

WMM membandingkan data dari model data baru magnometer yang ditangkap oleh *European Space Agency Swarm tri-Satellite*. *Geomagnetic Virtual Observatories* (GVO) dihasilkan dari hasil pengamatan selama 1 bulan didalam wadah silinder panjang satelit berdiameter 700 km oleh satelit ESA Swarm. GVO mengeluarkan data terbaru setiap empat bulan.⁴⁷

b. *Earth Magnetic Anomaly Model*

Data yang diambil dari pengukuran magnetik di udara menggunakan satelit dan kapal. Data anomali magnetik diambil dari data fitur geologi struktur bawah tanah, komposisi kerak Bumi dan magnetik lokal. pengukuran di mana area sulit di dapatkan seperti samudera.

Data yang diambil dari pengukuran magnetik di udara menggunakan satelit dan kapal. Data anomali magnetik diambil dari data fitur geologi struktur bawah tanah, komposisi kerak Bumi dan magnetik lokal. pengukuran di mana area sulit di dapatkan seperti samudera.

c. *Enhanced Magnetic Model*

Melakukan survei dari data aeromagnetic, magnetik satelit, terrestrial, dan kelautan dari satelit SWARM milik Badan Antariksa Eropa, yang

⁴⁷ NOAA, CIRES, NATO, DGC Positioning Defance, BGS, *State Of The Magnetic Fields*, December 2021, 6.

merupakan satelit yang memberi sumber data medan magnetik utama terbaik.

d. *High Definition Geomagnetic Model (HDGM)*

Memberikan data informasi arah magnet (*fasor*) dan yang berkaitan dengan magnetik (total Field, Dip, dan deklinasi) dengan resolusi sangat tinggi. Data terbaru dari HDGM terdiri dari menggabungkan data dari satelit SWARM sampai 8 tahun, memperbarui data Main Field dan Secular Vertion sampai 31 Desember 2022, memperbarui model Main Field dari 2020 sampai 2022 dan memperbarui Diurnal Magnetic Variations Model (DIFI-6).

e. *International Geomagnetic Reference Field (IGRF)*

IGRF-13 dirilis pada Desember 2019, oleh IAGA (*International Association of Geomagnetism and Aeronomy*). IGRF memberikan data model dan Analisa *Internal Geomagnetic Field* dan *Secular Variation* dari peta dan koordinat secara internasional.

f. *Maps and Image.*

g. *History Declination map Viewer.*⁴⁸

3. Sumber data pendukung aplikasi Kompas *CrowdMag*

- *Marine Magnetic*
- *Paleomagnetic*
- *Airborne*

⁴⁸ National Centers For Environmental Information NOAA, "Geomagnetism": <https://ngdc.noaa.gov/geomag/geomag.shtml> diakses pada 23 Mei 2022.

- *Indices*.⁴⁹

G. Pengertian Arah Utara Sejati

Angin adalah gerak udara yang sejajar dengan permukaan bumi. Udara bergerak dari daerah bertekanan rendah. Angin memiliki besaran fisis kecepatan dan arah yang diakibatkan oleh adanya perbedaan tekanan udara disuatu daerah. Arah angin adalah dari mana arah angin berhembus yang dinyatakan dalam satuan derajat arah (*Direction Degree*), diukur dari titik utara bumi dan searah jarum jam yang sesuai dengan skala sudut kompas.⁵⁰

Asal usul arah mata angin berawal dari pergerakan angin dari satu tempat ke tempat lain yang berbeda-beda. Pada zaman dahulu orang-orang memperkirakan arah mata angin dengan bantuan posisi matahari pada siang hari, dan ketika malam hari dengan bantuan posisi rasi bintang Gubuk Penceng. Pada zaman yang berkembang saat ini, menentukan arah mata angin mudah dilakukan, salah satunya menggunakan alat yang disebut Kompas.⁵¹

Utara dalam Bahasa Inggris disebut “*North*” dan di Bahasa Arab disebut “*الشِّمَالُ*”. Utara merupakan sumbu koordinat geografik bumi bagian Utara yang berpotongan dengan garis equator Langit, ditandai dengan lambang positif (+). Arah Utara adalah arah dari posisi atau tempat menuju ke sumbu

⁴⁹ National Centers For Environmental Information NOAA, “About CrowdMag”: <https://ngdc.noaa.gov/geomag/data.shtml> diakses pada 23 Mei 2022.

⁵⁰ Akhmad Fadholi, Analisis Data Angin Permukaan Di Bandara Pangkalpinang Menggunakan Metode Windrose, *Jurnal Geografi Media Informasi Pengembangan Ilmu dan Profesi Kegeografian Universitas Negeri Semarang*, (2 Juli 2013), Volume 10 No. 2: 112-122, 114.

⁵¹ Farida Dian Lestari, Peningkatan Pemahaman Materi Arah Mata Angin Pada Denah Mata Pelajaran IPS Melalui Media Papan Magnetik Siswa Kelas III MINU Wedoro, (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2018), 27.

kutub Utara Bumi. Utara sejati adalah garis yang berimpit dengan garis meridian dan menuju ke kutub Utara geografik yang dilalui sumbu rotasi Bumi. utara sejati dalam Bahasa Inggris disebut “*True North*”.⁵²

Utara sejati berada di Kutub Utara. Kutub Utara adalah wilayah bagian atas Bumi yang berpotongan tegak lurus dengan lingkaran equator Bumi, dan berjarak 90° dari equator menuju belahan langit Utara. Equator adalah lingkaran besar yang membagi bola langit secara tegak lurus pada sumbu langit, yaitu Kutub Utara Bumi dan Kutub Selatan Bumi. pembagian Kutub Utara dan Kutub Selatan, menjadi penetapan lintang tempat diberbagai dunia. Lintang adalah jarak tempat posisi yang diukur sepanjang garis khatulistiwa menuju bagian kutub Utara dengan nilai positif (+) dan menuju bagian kutub Selatan dengan nilai negative (-). Lintang tempat diberi lambang phi (ϕ).⁵³

Arah Utara dan Utara Sejati dinyatakan dalam satuan derajat (*Direction Degrees*) berada di 359°-0°. Mengukur arah mata angin umumnya menggunakan alat yang bernama Kompas. Utara magnet adalah arah Utara dari jarum kompas magnetika.⁵⁴

H. Konsep Utara Sejati Dalam Ilmu Falak

Utara sejati tidak hanya berfungsi sebagai alat navigasi dan penunjukkan posisi, Utara sejati dalam Ilmu falak sangat berguna, khususnya

⁵² Asmuni, dkk, *The True North Urgency Of The Earth In Determining The Deriction Of The Qiblah According To Fiqh And Falak Science*, BIRCI Journal Nov 2020, Vol 3 No 4, 3356.

⁵³ Akh. Mukarram, “Ilmu Falak Dasar-dasar Hisab Praktis”, (Sidoarjo: Grafika Media, 2017), 20-23.

⁵⁴ Jeff Cassidy, *Directions, Courses, and Bearings: The Compass*, Steel City Sailing, 2020, 2.

dalam ibadah, seperti penentuan arah kiblat. Penentuan arah kiblat memasukkan arah Utara sejati (*True North*) dan membutuhkan data Koordinat Geografi berupa Lintang dan Bujur tempat dan kakah, jika data yang dimasukkan salah maka penentuan arah kiblat juga salah.

Arah Utara sejati dimanfaatkan ilmuwan falak untuk mengukur arah kiblat, yang pada dasarnya menjadi syarat sah melaksanakan ibadah salat. Kiblat merupakan penentuan posisi menghadap ke Kakbah di seluruh permukaan Bumi, namun bagi orang-orang yang jauh dari mekkah cukup menghadap ke arah kakah, dengan jarak Bumi yang luas sehingga perlu perhitungan untuk menentukan arah kiblat (*Shatr al-Masjidil Haram*). Dalam mencari arah kiblat diperlukan arah Utara sejati untuk menghitungnya.

Dasar teori Imam Nawawi dalam karyanya berjudul “*al-Majm Syarah Muhazzab*” dalam penentuan arah kiblat bagi orang yang jauh dari kakah dengan bantuan Utara sejati:

إِذَا لَمْ يَعْرِفِ الْعَائِبُ عَنْ أَرْضِ مَكَّةَ الْقِبْلَةَ وَمَنْ يَجِدُ مُحْرَابًا وَلَا مَنْ يُخْبِرُهُ عَلَى مَا سَبَقَ لَزِمَهُ
 الْإِجْتِهَادُ فِي الْقِبْلَةِ وَيَسْتَقْبِلُ مَا أَدَّى إِلَيْهِ اجْتِهَادُهُ وَأَقْوَاهَا الْقُطْبُ وَهُوَ نَجْمٌ صَغِيرٌ فِي بَنَاتِ
 نَعَشِ الصُّعْرَى بَيْنَ الْفَرْقَدَيْنِ وَالْجُدِيِّ

“Jika orang yang jauh dari tanah Makkah tidak mengetahui kiblat, dia juga tidak mendapatkan mihrab (penanda Ka’bah) dan juga tidak ada seorangpun yang memberitahukannya, maka wajib berijtihad mencari kiblat kemudian menghadap sesuatu yang sesuai ijtihadnya. Adapun petunjuk arah kiblat yang paling kuat adalah mencari bintang kutub Utara. Bintang kutub Utara adalah rasi bintang kecil yang berada dekat bintang ursa minor terletak antara bintang perkad dan jadyi”.⁵⁵

Dalil-dalil tentang penggunaan arah dalam kiblat:

⁵⁵ Immanul Muttaqin, *Problematika Pengukuran Arah Kiblat di Kota Binjai Ditinjau Dari Penentuan Utara Sejati Bumi*, (Disertasi--UIN Sumatera Utara, Medan, 2021), 28.

Al-baqarah ayat 144:

فَدَنَرَى تَقْلُبَ وَجْهَكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ
وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ
وَمَا اللَّهُ بِعَافٍ لِمَا يَعْمَلُونَ

“Sungguh kami sering melihat mukamu menengadahkan ke langit, maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan dimana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. Dan sesungguhnya orang-orang Yahudi dan Nasrani yang diberi kitab memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjidil Haram adalah dari Tuhannya; dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan”.

Al-baqarah ayat 149:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ وَمَا اللَّهُ بِعَافٍ لِمَا
عَمَّا تَعْمَلُونَ

“Dan dari mana saja kamu keluar (datang), maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Karena sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan”.

Al-baqarah ayat 150:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ
لِئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجُجٌ خِجَّةٌ إِلَّا الَّذِينَ ضَلُّوا مِنْهُمْ فَلَا تَحْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي وَلَا تَمَّ
نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ

“Dan bagi mana saja kamu (keluar), maka palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan dimana saja kamu sekalian berada, maka palingkanlah mukamu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang zalim diantara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku saja; dan agar kusempurnakan nikmat-Ku atasmu, dan supaya kamu mendapatkan petunjuk”.

Penentuan arah kiblat dengan Utara sejati menggunakan konsep perhitungan trigonometri segitiga bola (*Spherical Trigonometry*). Dengan

dibantu titik Utara Bumi sebagai sudut bantu dalam perhitungan, berikut adalah bagian perhitungan arah kiblat:

1. Titik C: Menunjukkan titik kutub Utara dan bersifat tetap.
2. Titik A: menunjukkan titik tempat penentuan arah kiblat, dapat berubah titik sesuai tempat yang diinginkan.
3. Titik B: menunjukkan titik kota Mekkah dan bersifat tetap.

Titik segitiga tersebut membentuk tiga sisi, diberi lambang huruf kecil:

1. Sisi b : sisi yang terhubung antara sudut C dan A, dan berhadapan dengan sudut B.
2. Sisi c : Sisi yang terhubung antara sudut A dan B, dan berhadapan dengan sudut C.
3. Sisi a : Sisi yang terhubung antara sudut B dan C, dan berhadapan dengan sudut A.⁵⁶

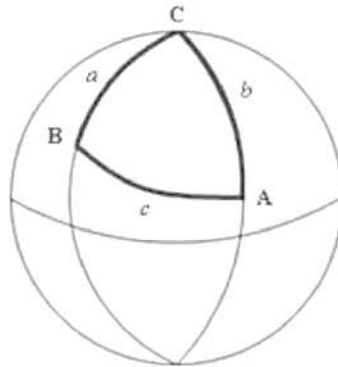
Selanjutnya adalah mencari sisi dan sudut yang akan dihitung:

Sisi a : $90 -$ (lintang tempat yang diukur).

Sisi b : $90 -$ lintang Kakbah.

Sudut C : Bujur tempat yang di ukur – Bujur Kakbah.

⁵⁶ Nur Hidayatullah el-Banjary, Menentukan Arah Kiblat Dengan Hembusan Angin (Perspektif Fiqh dan Sains), 6.



Gambar 2.14 Teori Trigonometri Bola

Setelah mengetahui sudut dan sisinya, selanjutnya adalah menghitung dengan rumus:

$$\cotan B = \frac{\cotan b \sin a}{\sin c} - \cos a \cotan C$$

Exe x^{-1} exe shift tan ans exe shift $^{\circ}$.⁵⁷

Selain dapat mengukur arah kiblat, arah Utara sejati berguna dalam pengamatan benda langit (Matahari, Bulan dan Planet) dan mengatur (men-Setting) posisi teodolit ketika melakukan kegiatan Rukyatul Hilal khususnya di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.

I. Observatorium Astronomi Sunan Ampel

Observatorium merupakan Astronomi Sunan Ampel (OASA) adalah Observatorium yang diresmikan pada tanggal 9 April 2021, berada di titik koordinat Lintang $-7^{\circ}19'23''$ (Lintang Selatan) dan Bujur $112^{\circ}44'00''$ (Bujur Timur), merupakan tempat penelitian dan pengujian astronomi bagi mahasiswa-mahasiwa ilmu falak, dosen ilmu falak dan masyarakat umum,

⁵⁷ Akh. Mukarram, *Ilmu Falak Dasar-Dasar Hisab Praktis*, (Sidoarjo: Grafika Media, 2017), 96.

terdapat teleskop *Celestron SCTW* dan *Meade LX 600*. Observatorium tersebut dibangun di Rooftop Lt. 10 Gedung Twin Towers B UINSA yang menjadi media kegiatan rukyatul hilal, pembelajaran langit seperti mengamati Planet, Bintang dan Objek langit lainnya.⁵⁸



Gambar 2.15 Observatorium Astronomi Sunan Ampel

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

⁵⁸Selviana Sofiana, “UINSA Memiliki Observatorium Astronomi Sunan Ampel Untuk Belajar Falak”, Tribunnews.com: <https://surabaya.tribunnews.com/2021/04/21/uinsa-miliki-observatorium-astronomi-sunan-ampel-untuk-belajar-ilmu-falak?page=all> diakses pada tanggal 21 April 2022.

BAB III

PENGUKURAN ARAH UTARA SEJATI

A. Peralatan Yang Digunakan

1. Aplikasi Kompas *CrowdMag*

Penentuan arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas *CrwodMag* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel, merupakan bukti perkembangan teknologi dapat membantu mempermudah kehidupan manusia. Hanya dengan mendownload aplikasi dan mengaktifkan lokasi GPS, kemudian mengoperasikan aplikasi, kemudian pilih menu Compass dan cukup mengarahkan arah Utara sejati dengan mennggerakan Smartphone sesuai arah Utara sejati. Dan perhatikan kedataran Smartphone dengan melihat fitur Water pass pada titik tengah dilayar Compass.

Pada aplikasi Kompas *CrowdMag*, data infromasi didapatkan dari software dan satelit beberapa Lembaga Ilmiah terkemuka di dunia. Lembaga Ilmiah tersebut antara lain:

- a. Diciptakan: Kelompok Ahli Geomagnetisme dari Pusat Informasi Lingkungan Nasional (*National Centers for Enviromental Information /NCEI*) yang merupakan bagian dari Lembaga Administrasi Kelautan dan Atmosfir Nasional Ilmiah (*National Oceanic and Atmospheric Administration/NOAA*),
- b. Produk data WMM: *National Intelligence Agency* (NGA) Amerika Serikat, dan *Defense Geographic Center* (DGC) Inggris.

- c. Pengembangan data WMM: Pusat Informasi Lingkungan Nasional (*National Centers for Environmental Information /NCEI*) NOAA dan *British Geological Survey* (BGS).
- d. Pengolahan dan penyimpanan data pengguna *CrowdMag*: Institut Nasional Studi Lingkungan NOAA, Colorado, Amerika Serikat.
- e. Informasi model dan Analisa aktifitas magnetik di dunia: *International Association of Geomagnetism and Aeronomy* (IAGA).

2. Google Earth

Memiliki fitur menampilkan peta dunia, bentuk fisik bangunan, Gedung, dan kondisi topografi secara 3 dimensi.⁵⁹ Penelitian ini mengambil data koordinat geografis lokasi Observatorium Astronomi Sunan Ampel sebagai tempat penelitian. Titik koordinat geografi tempat penelitian yaitu $-7^{\circ}19'23''$ (LS) dan $112^{\circ}44'00''$ (BT).



Gambar 3.1 Aplikasi *Google Earth*

3. Teodolit

Fungsi Teodolit dalam penelitian ini sebagai alat pengukur akurasi dari aplikasi Kompas *CrowdMag*, dalam menentukan Utara sejati

⁵⁹ Winda Fajriana, *Pengaruh Pemanfaatan Media Pembelajaran Visual Google Earth Terhadap Hasil Belajar IPS Terpadu Pada Materi Lctak Negara-negara ASEAN Siswa Mts*, (Skripsi—Institut Agama Islam Negeri Ponorogo, Ponorogo, 2021), 21.

di Observatorium Astronomi Sunan Ampel. Teodolit merupakan salah satu instrument falak. Kata theodolit pertama kali ditemukan oleh seorang yang bernama Leonard Digges dalam survei di buku *J. Geometris* yang berjudul *Pantometria* pada tahun 1571. Digges dalam bukunya yang berjudul *Theodolit* hanya menjelaskan bahwa teodolit merupakan alat ukur sudut horizontal. Kemudian pada tahun 1840-an, teodolit berekembang dan mengalami perbaikan yang kemudian menjadi teodolit yang digunakan sampai saat ini.

Teodolit memiliki konsep sumbu pengukuran horizontal (*horizontal angle*) yang berfungsi melihat Azimuth benda langit dan sumbu pengukuran vertikal (*vertical angle*) yang berfungsi melihat Altitude benda langit. Teodolit juga terdapat lensa pembesar seperti teleskop yang berguna dalam pengamatan dan pembidikan benda langit, dapat menunjukkan arah skala detik busur $1/3600^\circ$. Teodolit memiliki ketelitian dan keakurasian dalam membaca sudut vertikal maupun horizontal, sehingga cocok digunakan dalam kegiatan pengamatan benda langit seperti bulan (Rukyatul Hilal) untuk mengetahui posisi azimuth Bulan dan Matahari yang akan dibidik.⁶⁰

⁶⁰ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah*, ...263-264.

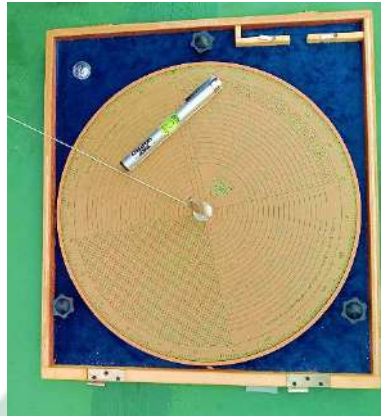


Gambar 3.2 Teodolit

4. Mizwala Qiblah Finder

Merupakan instrument falak yang menggabungkan konsep sundial dan tongkat istiwa' yang digunakan untuk mengukur arah kiblat dan arah Utara sejati. Mizwala ditemukan oleh Hendro Setyanto pada tahun 2010. Mizwala Qiblah Finder memiliki komponen bidang dial putar dengan skala 0° - 359° dan tongkat tegak lurus. Mizwala Qiblah Finder memiliki dua versi, versi pertama yaitu menggunakan azimuth kiblat dan bayangan Matahari secara langsung, bukan selisihnya. versi kedua yaitu menggunakan selisih azimuth kiblat dan bayangan Matahari.⁶¹ Mizwala Qiblah Finder digunakan dalam penelitian, sebagai akurasi terhadap aplikasi Kompas *CrowdMag* dalam menentukan Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel, karena konsep operasi Mizwala Qiblah Finder menggunakan sinar Matahari, dan dianggap akurat.

⁶¹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah, ...* 159-161.



Gambar 3.3 Mizwala Qiblah Finder

5. Kompas Analog Suunto

Kompas analog Suunto merupakan salah satu jenis Kompas magnetik. Pengoperasian Kompas dilakukan secara manual, dan biasanya digunakan sehari-hari. Kompas analog Suunto yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe KB-14.



Gambar 3.4 Kompas analog Suunto KB-14

B. Langkah-Langkah Pengukuran

1. Pengukuran arah Utara sejati menggunakan Teodolit:
 - a. Mengecek komponen-komponen Teodolit
 - b. Memasang Teodolit di atas tripod dengan benar dan sama kaki
 - c. Pastikan baterai sudah dipasang dan dapat digunakan

- d. Pastikan Teodolit berdiri dengan ketinggian yang sama, dengan mengatur gelombang nivo menjadi datar ditengah-tengah dan tidak berubah. Fungsi nivo sama seperti waterpass, untuk mengatur kedataran suatu benda
- e. Hidupkan Teodolit dengan menekan tombol Power
- f. Data koordinat geografi (Lintang dan Bujur) dan ketinggian tempat penelitian, menggunakan aplikasi Google Earth dengan nilai desimal, kemudian dikonversi ke satuan derajat

Lokasi penelitian = Observatoirum Astronomi Sunan Ampel

Tanggal penelitian = 31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443 H

Lintang (λ) = $-7^{\circ} 19' 23''$ (S)

Bujur (φ) = $112^{\circ} 44' 00''$ (E)

Ketinggian = 30 Meter

- g. Sebelum menggunakan Teodolit untuk mencari arah Utara sejati, di Observatorium Astronomi Sunan Ampel, diperlukan sinar matahari untuk membidik posisi matahari, dengan mengarahkan langsung ke Matahari menggunakan filter matahari yang dipasang di bagian pembidik Teodolit
- h. Selanjutnya catat pada pukul berapa matahari dibidik
- i. Selanjutnya cari nilai azimuth Matahari. Data azimuth didapatkan dari memasukkan data koordinat geografi (Lintang dan Bujur penelitian), tinggi tempat penelitian, zona waktu lokal, tanggal dan pukul berapa penelitian dilakukan. Data tersebut, dihitung menggunakan

Pemograman Software Microsoft Excel untuk mengetahui posisi Bulan dan Matahari dengan akurasi tinggi. Pemograman Software Microsoft Excel tersebut, disusun oleh Muhammad Muadz Dzulikrom, dengan merujuk template data input dan output pada program milik Dr. Rinto Anugraha. Dimana Data Bulan dihitung menggunakan Algoritma MPP.02 Full Terms, Data Matahari dihitung menggunakan Algoritma VSOP87C Full Terms dan Nutasi dihitung dengan standar nutasi IAU2000/2006 Full Terms.

Pukul Azimuth Matahari = 13:51:23 WIB
 Nilai Azimuth Matahari = 310.3960648
 = 310°23'46"



Gambar 3.5 Membidik Matahari menggunakan Teodolit

- j. Kemudian mencari arah Utara sejati dari data azimuth matahari, dengan rumus

$$\text{Utara sejati} = 360^\circ - \text{Azimuth Matahari}$$

$$\begin{aligned} \text{Bayangan Azimuth Matahari} &= 360^\circ - 310^\circ 23' 46'' \\ &= 50^\circ 23' 46'' \end{aligned}$$

$$= 50.396111$$

- k. Kemudian putar ke arah $50^{\circ}23'46''$ untuk menemukan arah Utara sejati
 - l. Kunci posisi Teodolit
 - m. Selanjutnya bidik menggunakan lesar ke arah Utara sejati
 - n. Tandai arah tersebut sebagai hasil penentuan arah Utara sejati menggunakan Teodolit.
2. Pengukuran arah Utara sejati menggunakan Mizwala Qiblah Finder:
- a. Siapkan alat-alat pendukung yang diperlukan, seperti waterpass, dan benang untuk menarik hasil arah yang telah ditentukan
 - b. Pastikan Mizwala Qiblah Finder mendapat sinar Matahari ketika penelitian berlangsung
 - c. Pasang bidang dial dan tongkat tegak lurus (gnomon) secara datar, menggunakan waterpass
 - d. Data koordinat geografi (Lintang dan Bujur) dan ketinggian tempat penelitian, menggunakan aplikasi Google Earth dengan nilai desimal, kemudian dikonversi ke satuan derajat.
- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Lokasi penelitian | = Observatorium Astronomi Sunan Ampel |
| Tanggal penelitian | = 31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443 H |
| Lintang (λ) | = $-7^{\circ} 19' 23''$ (S) |
| Bujur (φ) | = $112^{\circ} 44' 00''$ (E) |
| Ketinggian | = 30 Meter |
- e. Mencari bayangan sinar Matahari

- f. Setelah ditemukan, Tarik benang ke arah bayangan sinar Matahari dan catat pukul berapa ditemukan
- g. Selanjutnya mencari data azimuth Matahari. Data azimuth didapatkan dari memasukkan data koordinat geografi (Lintang dan Bujur penelitian), tinggi tempat penelitian, zona waktu lokal, tanggal dan pukul berapa penelitian dilakukan. Data tersebut, dihitung menggunakan Pemograman Software Microsoft Excel untuk mengetahui posisi Bulan dan Matahari dengan akurasi tinggi. Pemograman Software Microsoft Excel tersebut, disusun oleh Muhammad Muadz Dzulkrom, dengan merujuk template data input dan output pada program milik Dr. Rinto Anugraha. Dimana Data Bulan dihitung menggunakan Algoritma MPP.02 Full Terms, Data Matahari dihitung menggunakan Algoritma VSOP87C Full Terms dan Nutasi dihitung dengan standar nutasi IAU2000/2006 Full Terms. Hasil pengukuran arah Utara sejati.

Pukul Azimuth Matahari = 14:04:01 WIB

Nilai Azimuth Matahari = 308.1556575
= 308°09'20"

- h. Selanjutnya mencari arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel, dengan rumus

$$\text{Utara sejati} = \text{Azimuth Matahari} - 180^\circ$$

Arah Utara sejati = 308°09'20" - 180°

$$= 128^{\circ}09'20''$$

$$= 128.1556575$$

- i. Setelah nilai untuk menentukan arah Utara sejati sudah ditemukan, tahan posisi benang dan putar bidang dial pada titik $128^{\circ}09'20''$
- j. Selanjutnya tahan posisi bidang dial dan Tarik benang ke arah posisi 0° (Utara sejati)
- k. Tandai arah tersebut sebagai hasil penentuan arah Utara sejati menggunakan Mizwala Qiblah Finder.



Gambar 3.6 Menandai arah Utara sejati menggunakan Mizwala Qiblah Finder

3. Pengukuran arah Utara sejati menggunakan Kompas analog Suunto:
 - a. Persiapkan kompas dan posisikan dalam keadaan datar
 - b. Bidik arah yang ingin dituju, dengan mengatur piringan dan skala derajat. Seperti arah 0° (arah Utara sejati)
 - c. Tandai lokasi yang sudah ditemukan



Gambar 3.7 Mengukur arah Utara sejati menggunakan Kompas analog Suunto KB-14

4. Pengukuran arah Utara sejati menggunakan Aplikasi Kompas *CrowdMag*:

Prosedur penentuan arah Utara sejati Aplikasi Kompas *CrowdMag* pada Android dan iOS sama pengoperasian penggunaannya:

- a. Download aplikasi Kompas *CrowdMag* di *Play Store* pada Android dan *Apple Store* pada iOS
- b. Mengaktifkan GPS di Smartphone Android dan iOS, untuk mengetahui lokasi penelitian
- c. Buka aplikasi *CrowdMag* dimasing-masing Smartphone
- d. Pengoperasian aplikasi Kompas *CrowdMag* tidak perlu memasukkan data personal pengguna
- e. Tampilan layar pada aplikasi Kompas *CrowdMag*, terdapat beberapa menu, yaitu My Data, Compass, WMM, *CrowdMag*, dan settings
- f. Menu Compass, berfungsi seperti Kompas yang menunjukkan arah mata angin. Namun, terdapat perbedaan dengan Kompas pada umumnya, yaitu, informasi true direction, declination, magnetic anomaly, dan magnetic strom index

- g. Menu WMM, berfungsi menghitung medan daya magnet, dengan cara memasukkan data koordinat geografi lokasi (*Latitude*, *Longitude* dan *Altitude*) dan data tanggal

31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443

- h. Kalibrasi aplikasi Kompas *CrowdMag* dahulu dengan menggoyangkan Smartphone berbentuk pola 8

- i. Letakkan di titik lokasi penelitian

Lokasi penelitian = Observatoirum Astronomi Sunan Ampel

Tanggal penelitian = 31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443 H

Lintang (λ) = $-7^{\circ} 19' 23''$ (S)

Bujur (φ) = $112^{\circ} 44' 00''$ (E)

Ketinggian = 30 Meter

Pukul Android = 14:22:00 WIB

Pukul iOS = 14:25:00 WIB

- j. Terdapat titik waterpass sebagai mengatur kedataran *Smartphone*

- k. Buka menu Compass, untuk langsung mengakses Kompas

- l. Arahkan ke arah Utara sejati sesuai skala derajat

- m. Tandai arah Utara sejati yang ditentukan dengan aplikasi kompas *CrowdMag*, menggunakan *Smartphone* dengan sistem operasi Android dan iOS.



Gambar 3.8 Mengukur arah Utara sejati menggunakan aplikasi *CrowdMag*

C. Hasil Pengukuran Arah Utara Sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel

1. Aplikasi Kompas *CrowdMag*



Gambar 3.9 Menentukan arah Utara sejati di OASA menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* sistem operasi Android dan *iOS*

a. Android

Lokasi penelitian = Observatorium Astronomi Sunan Ampel

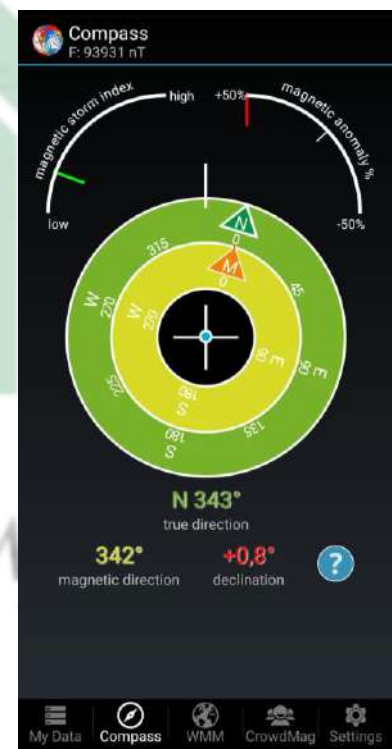
Tanggal penelitian = 31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443 H

Lintang (λ) = $-7^{\circ} 19' 23''$ (S)

$$\begin{aligned}
 \text{Bujur } (\varphi) &= 112^{\circ} 44' 00'' \text{ (E)} \\
 \text{Ketinggian} &= 30 \text{ Meter} \\
 \text{Pukul} &= 14:22:00 \text{ WIB} \\
 \text{Koreksi deklinasi magnetik} &= \tan (\text{derajat deklinasi}) \times 100 \\
 &= \tan (0.8^{\circ}) \times 100 \\
 &= 1^{\circ} 23' 46'' \\
 &= 1.396354144 \text{ cm} \\
 &= 1.4 \text{ cm ke arah Barat}
 \end{aligned}$$

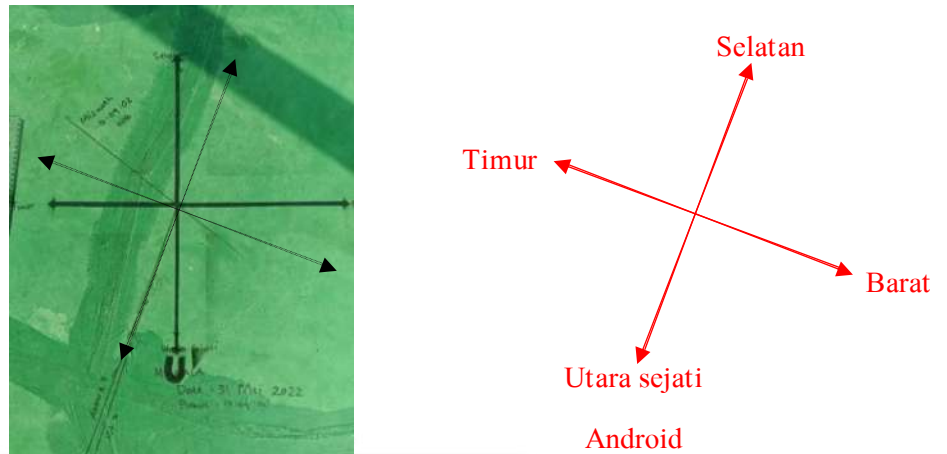


Gambar 3.10 Aplikasi Kompas *CrowdMag* Android



Gambar 3.11 Selisih arah Utara sejati aplikasi Kompas *CrowdMag* sistem operasi Android dan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder

Berikut adalah hasil penentuan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* sistem operasi Android:



Gambar 3.12 Arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* Android

b. iOS

Lokasi penelitian = Observatoirum Astronomi Sunan Ampel

Tanggal penelitian = 31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443 H

Lintang (λ) = $-7^{\circ} 19' 23''$ (S)

Bujur (φ) = $112^{\circ} 44' 00''$ (E)

Ketinggian = 30 Meter

Pukul = 14:25:00 WIB

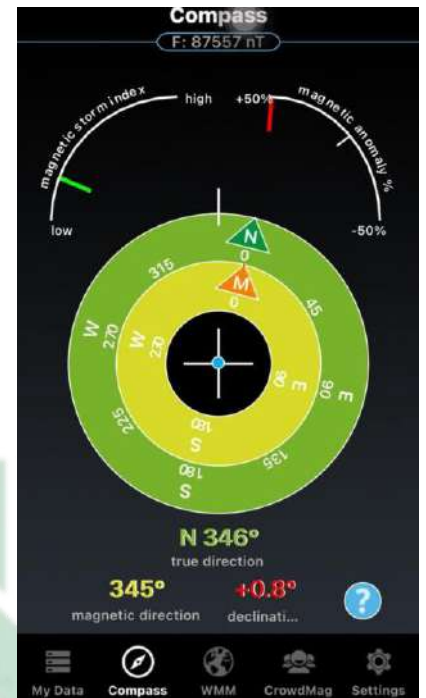
Koreksi deklinasi magnetik = \tan (derajat deklinasi) x 100

$$= \tan (0.8^{\circ}) \times 100$$

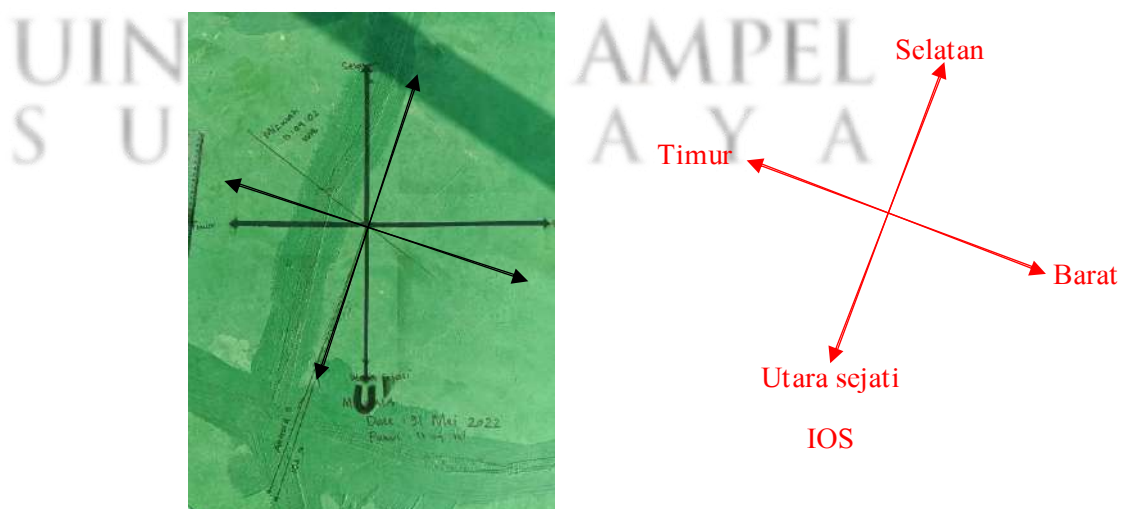
$$= 1^{\circ} 23' 46''$$

$$= 1.396354144 \text{ cm}$$

$$= 1.4 \text{ cm ke arah Barat}$$

Gambar 3.13 Aplikasi Kompas *CrowdMag* iOSGambar 3.14 Selisih arah Utara sejati aplikasi Kompas *CrowdMag* sistem operasi iOS dan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder

Berikut adalah hasil penentuan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* sistem operasi iOS:

Gambar 3.15 Arah Utara sejati menggunakan Aplikasi Kompas *CrowdMag* iOS

2. Kompas analog Suunto

Lokasi penelitian = Observatorium Astronomi Sunan Ampel

Tanggal penelitian = 31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443 H

Lintang (λ) = $-7^{\circ} 19' 23''$ (S)

Bujur (ϕ) = $112^{\circ} 44' 00''$ (E)

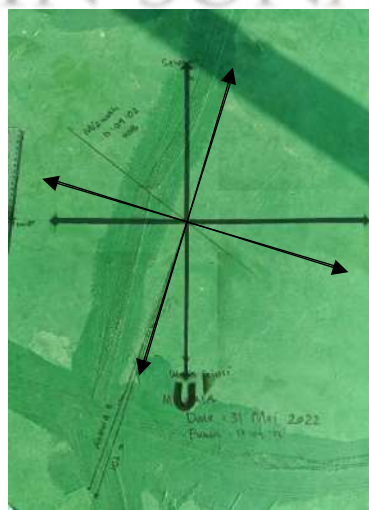
Ketinggian = 30 Meter

Pukul = 13:51:23 WIB

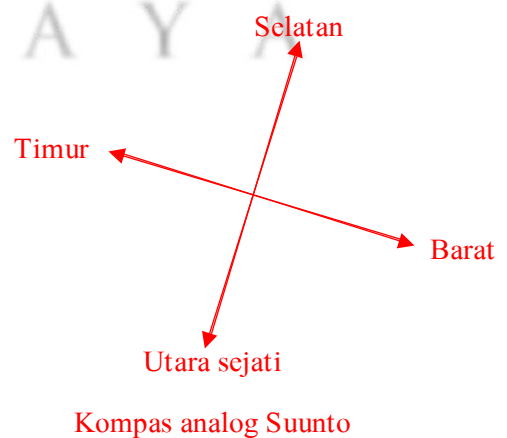
Berikut adalah hasil penentuan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel menggunakan Kompas analog Suunto:



Gambar 3.16 Kompas analog Suunto KB-14



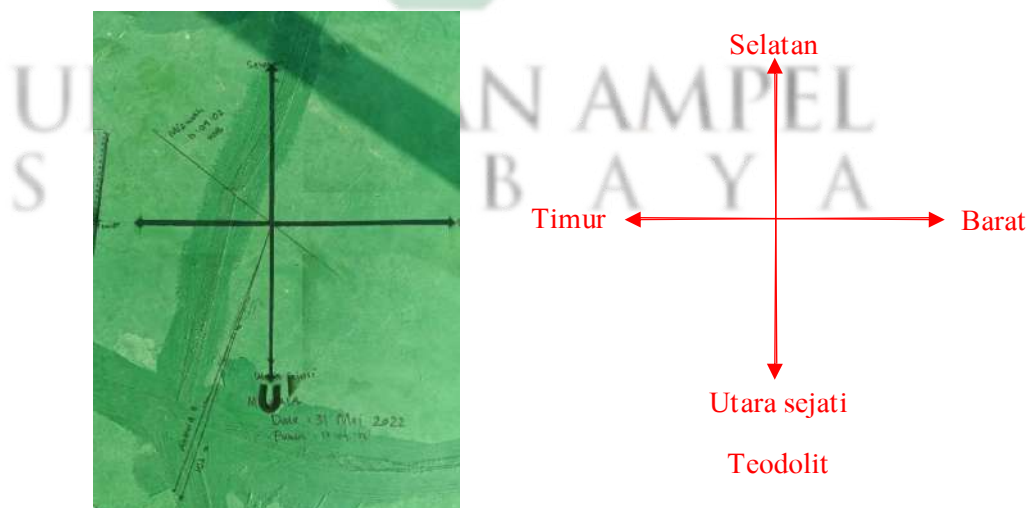
Gambar 3.17 Arah Utara sejati menggunakan Kompas analog Suunto KB-14



3. Teodolit

Lokasi penelitian	= Observatoirum Astronomi Sunan Ampel
Tanggal penelitian	= 31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443 H
Lintang (λ)	= $-7^{\circ} 19' 23''$ (S)
Bujur (φ)	= $112^{\circ} 44' 00''$ (E)
Ketinggian	= 30 Meter
Pukul bayangan Matahari	= 13:51:23 WIB
Nilai Azimuth Matahari	= 310.3960648
	= $310^{\circ} 23' 46''$
Bayangan Azimuth Matahari	= $360^{\circ} - 310^{\circ} 23' 46''$
	= $50^{\circ} 23' 46''$
	= 50.396111

Berikut adalah hasil penentuan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel menggunakan Teodolit;

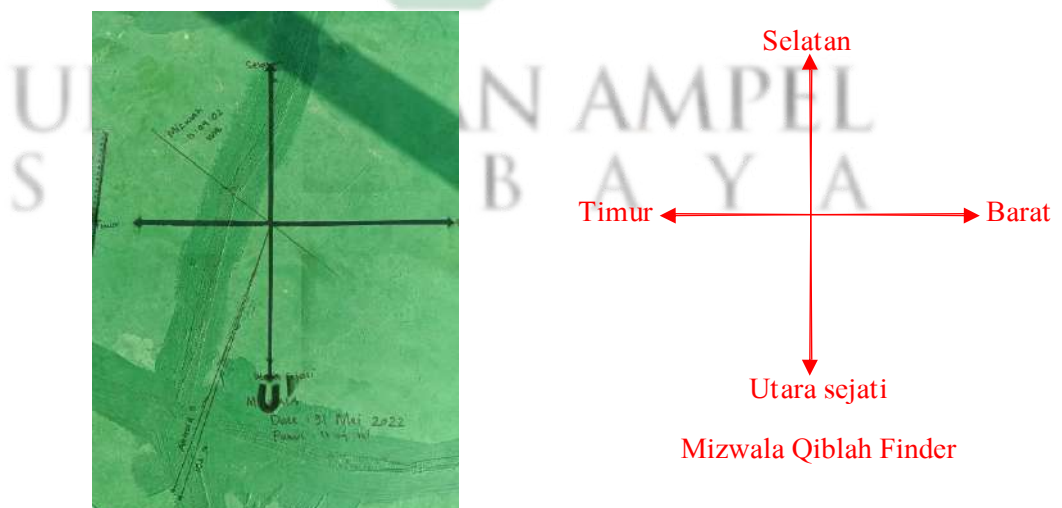


Gambar 3.18 Arah Utara sejati menggunakan Teodolit

4. Mizwala Qiblah Finder

Lokasi penelitian	= Observatoirum Astronomi Sunan Ampel
Tanggal penelitian	= 31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443 H
Lintang (λ)	= $-7^{\circ} 19' 23''$ (S)
Bujur (φ)	= $112^{\circ} 44' 00''$ (E)
Ketinggian	= 30 Meter
Pukul bayangan Matahari	= 14:04:01 WIB
Nilai Azimuth Matahari	= 308.1556575
	= $308^{\circ}09'20''$
Bayangan Azimuth Matahari	= $308^{\circ}09'20'' - 180^{\circ}$
	= $128^{\circ}09'20''$
	= 128.1556575

Berikut adalah hasil penentuan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel menggunakan Mizwala Qiblah Finder;



Gambar 3.19 Arah Utara sejati menggunakan Mizwala Qiblah Finder

BAB IV ANALISIS

A. Analisis Proses Pengukuran

Pengukuran untuk menentukan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel menggunakan beberapa alat, dengan data utama menggunakan Aplikasi Kompas *CrowdMag*, dengan sistem operasi Android dan iOS. Kemudian diakurasi menggunakan alat-alat, seperti Kompas analog Suunto, Teodolit dan Mizwala qiblah Finder. Dari proses pengukuran yang sesuai petunjuk langkah-langkah, terdapat kemudahan dan kendala didalamnya, antara lain:

1. Teodolit

a. Kemudahan:

- 1) Penentuan arah Utara sejati menggunakan Teodolit yang memiliki laser bidik, sehingga memudahkan dalam membuat tanda arah Utara sejati menggunakan pilox hitam.

b. Kendala:

- 1) Ketika membidik Matahari, memerlukan kesabaran karena cuaca ketika penelitian kadang mendung dan kadang Kembali cerah, dengan selang waktu beberapa menit.
- 2) Membidik Matahari dibutuhkan kejelian dan waktu yang pas.
- 3) Peralatan yang berat, sehingga tidak mudah dibawah kemana-mana.

2. Aplikasi Kompas *CrowdMag*

a. Kemudahan:

- 1) Menentukan arah Utara sejati cukup menaruh Smartphone diatas permukaan datar, dan mengarahkan arah Utara sejati.
- 2) Aplikasi Kompas CrowdMag memiliki titik seperti fungsi WaterPass ditengah, sehingga mengetahui kedataran Smartphone di permukaan.
- 3) Cukup memulai dengan mengkalibrasi aplikasi Kompas *CrowdMag* pada Smartphone.
- 4) Memiliki informasi deklinasi magnetik, sehingga mengetahui berapa sudut selisih antara arah Utara sejati dan arah Utara magnetik.
- 5) Mudah dibawa.

b. Kendala:

- 1) Ketika menentukan arah Utara sejati menggunakan Smartphone dengan sistem operasi Android, panah skala derajat tidak stabil.

3. Kompas analog Suunto

a. Kemudahan:

- 1) Ketika menentukan arah Utara sejati cukup menaruh Kompas dan mengarahkannya.
- 2) Mudah dibawa kemana-mana

b. Kendala:

- 1) Tidak dapat membidik arah sesuai garis didalam tabung Kompas, karena berada di atas permukaan.
- 2) Tidak memiliki informasi deklinasi magnetik, sehingga tidak mengetahui berapa selisih sudut antara arah Utara sejati dan arah Utara magnetik.

4. Mizwala Qiblah Finder

a. Kemudahan:

- 1) Mudah digunakan.
- 2) Mudah dibawa, namun memiliki bentuk yang besar.

b. Kendala:

- 1) Sama seperti Teodolit, yaitu cuaca yang berubah-ubah setiap menitnya.

B. Analisis Akurasi Penentuan Arah Utara Sejati

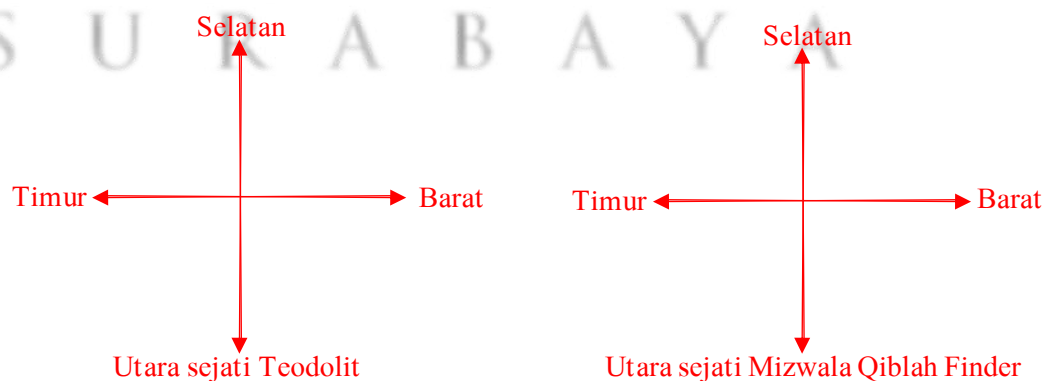
1. Observatorium Astronomi Sunan Ampel

Dalam bab ini, penelitian menggunakan kalimat judul uji akurasi. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari sebuah aplikasi Kompas yang bernama *CrowdMag*, diciptakan dan didukung oleh Lembaga Ilmiah yang terkemuka di dunia. Dalam pengujian ini, memerlukan *Smartphone* dengan sistem operasi Android dan iOS, dan alat penguji dengan menggunakan Kompas analog Suunto, Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder.

Hasil penelitian yang dilakukan di Observatorium Astronomi Sunan Ampel, kemudian dianalisis untuk mengetahui keakuratan arah Utara sejati menggunakan beberapa alat yang telah disebutkan, seperti dibawah ini:

- a. Penentuan arah Utara sejati dilakukan menggunakan Teodolit dengan membidik sinar Matahari. kemudian mencari azimuth Matahari yang menjadi dasar penentuan arah Utara sejati.
- b. Penentuan arah Utara sejati selanjutnya dilakukan menggunakan Mizwala Qiblah Finder, dengan memanfaatkan bayangan dari sinar Matahari. kemudian mencari azimuth Matahari yang menjadi dasar penentuan arah Utara sejati.

Penentuan arah Utara sejati menggunakan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder memiliki kesamaan, yaitu memanfaatkan sinar matahari sebagai acuan, sehingga arah Utara sejati yang ditentukan memiliki keakuratan yang pasti. Dan hasil dari penentuan Arah Utara sejati menggunakan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder sama presisi:



Gambar 4.1 Arah Utara sejati Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder sama presisi

Selanjutnya, analisis penentuan arah Utara sejati menggunakan Kompas analog Suunto di Observatorium Astronomi Sunan Ampel:

- a. Kompas analog Suunto memiliki selisih antara $15^\circ - 16^\circ$, dari titik timur ke barat menuju Utara sejati yang telah ditentukan menggunakan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder.
- b. Kompas analog Suunto tidak memiliki koreksi deklinasi magnetik dan petunjuk arah mata angin magnetik, sehingga penentuan arah Utara sejati menggunakan Kompas analog Suunto belum bisa ditentukan sangat akurat.



Gambar 4.2 Selisih arah Utara sejati Kompas Analog Suunto

Selanjutnya, analisis penentuan arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* menggunakan sistem operasi Andorid:

- a. Penentuan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel, menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* tidak stabil dalam penunjukan gerakan skala derajat.

- b. Memiliki selisih 17° dari arah Utara sejati menggunakan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder. Memiliki koreksi Utara Magnetik $359^\circ - 0^\circ$ dan deklinasi magnetik $+ 0.8^\circ$ (1.4 cm)



Gambar 4.3 Selisih arah Utara sejati Aplikasi Kompas *CrowdMag* sistem operasi Android

Selanjutnya, analisis penentuan arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* menggunakan sistem operasi iOS:

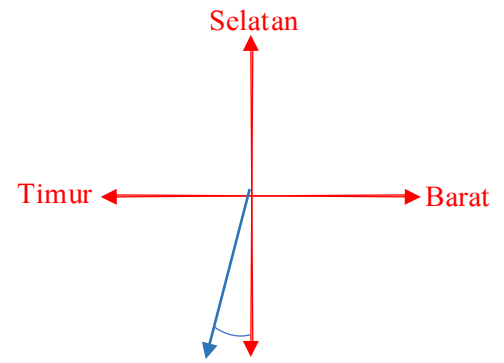
- a. Penentuan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel, menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* stabil dalam penunjukan gerakan skala derajat.
- b. Penentuan arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel, menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* tidak akurat, memiliki selisih 14° dari arah Utara sejati menggunakan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder. Memiliki koreksi Utara Magnetik 359° dan deklinasi magnetik $+ 0.8^\circ$ (1.4 cm).

Utara sejati aplikasi Kompas CrowdMag

Sistem Operasi IOS

$$360^{\circ} - 346^{\circ} = 14^{\circ}$$

Selisih 14°



Utara sejati Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder

Gambar 4.4 Selisih arah Utara sejati Aplikasi Kompas CrowdMag sistem operasi iOS

2. Medan Magnet Rendah

Penentuan Arah Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel yang menggunakan jenis sistem kerja Kompas magnetik, mempengaruhi penentuan arah Utara sejati, Khususnya aplikasi Kompas *CrowdMag*, yang menggunakan sistem operasi Android dan iOS. Penyebabnya adalah tingkat medan magnet yang tinggi dan anomali magnetik tinggi, dengan menunjukkan warna merah dengan presentase +50 %. Namun magnetic strom index cukup rendah dengan warna hijau.

Untuk mengetahui keakurasian penggunaan aplikasi Kompas *CrowdMag* antara sistem operasi Android dan iOS. Dilanjutkan dengan penelitian di lokasi dengan medan magnetik dan anomaly magnetic rendah, yaitu:

Lokasi penelitian = Sebelah Utara Gedung Twin Tower A

Uin Sunan Ampel

Tanggal penelitian = 3 Juni 2022 M / 3 Dzulqo'dah 1443 H

Lintang (λ) = $-7^{\circ} 19' 20''$ (S)

Bujur (φ) = 112° 44' 00" (E)

Ketinggian = 3 Meter

Pukul Azimuth Bulan = 18:38:00 WIB

Nilai Azimuth Bulan = 310.3960648

= 299°37'58"

Bayangan Azimuth Bulan = 360° - 299°37'58"

= 60°22'02"

= 50.396111

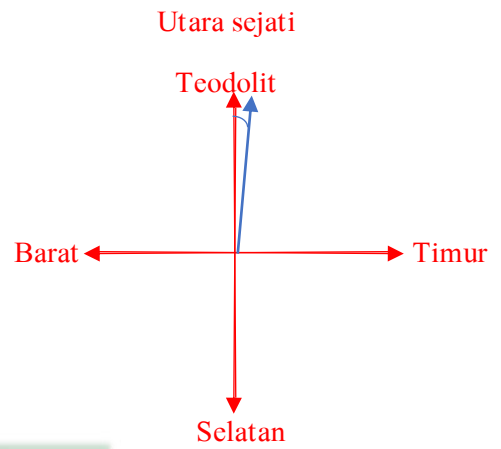


Gambar 4.5 Membidik Bulan untuk menentukan arah Utara sejati di medan magnet rendah menggunakan Teodolit



Gambar 4.6 Menentukan arah Utara sejati di medan magnet rendah menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* sistem operasi Android dan iOS

Sistem operasi Android



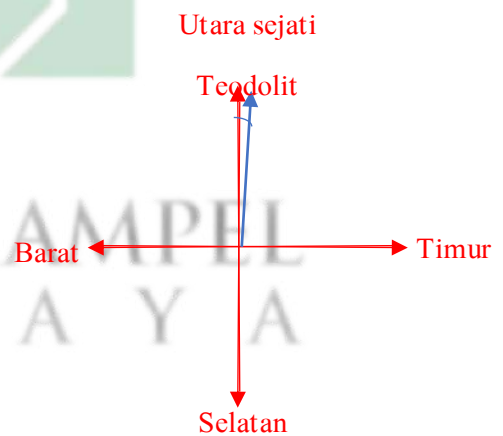
Utara sejati aplikasi Kompas *CrowdMag*

Sistem Operasi Android

Selisih 6°

Gambar 4.7 Selisih arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* Android di medan magnet rendah

Sistem operasi *iOS*



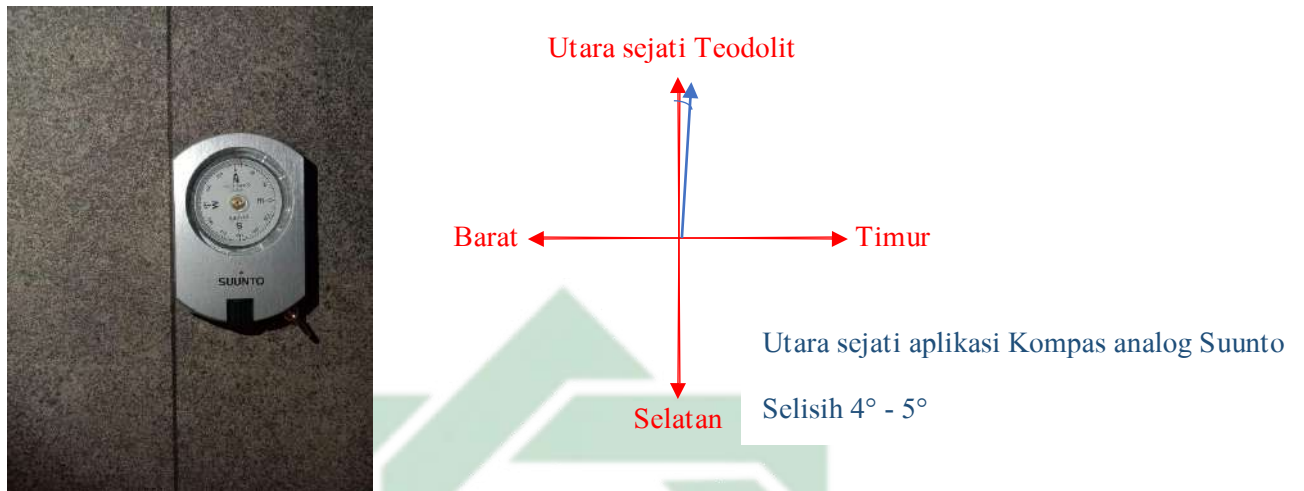
Utara sejati aplikasi Kompas *CrowdMag*

Sistem Operasi *iOS*

Selisih 3°

Gambar 4.8 Selisih arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* *iOS* di medan magnet rendah

Kompas analog Suunto



Gambar 4.9 Selisih arah Utara sejati menggunakan Kompas analog Suunto KB-14 di medan magnet rendah

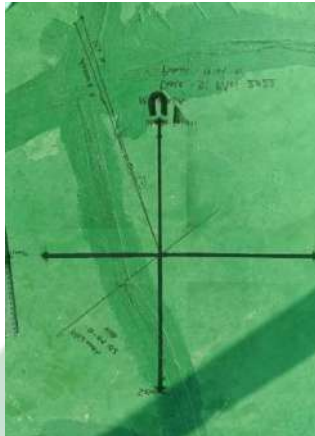
Akurasi penentuan arah Utara sejati			
No	Alat yang digunakan	OASA	Medan Magnet Rendah
1	Teodolit	0° (arah Utara sejati)	0° (arah Utara sejati)
2	Mizwala Qiblah Finder	0° (arah Utara sejati)	-
3	Kompas Analog Suunto KB-14	15°-16° dari arah Utara sejati	4-5° dari arah Utara sejati
4	Aplikasi Kompas CrowdMag iOS	14° dari arah Utara sejati	3° dari arah Utara sejati
5	Aplikasi Kompas CrowdMag Android	17° dari arah Utara sejati	6° dari arah Utara sejati

Tabel 4.1 Akurasi Penentuan Arah Utara Sejati

C. Fungsi Arah Utara Sejati Di Observatorium Astronomi Sunan Ampel

Hasil penelitian, menghasilkan tanda arah mata angin Utara sejati dengan bidang Horizontal dan Vertikal di Observatorium Astronomi Sunan Ampel. Tanda arah Utara sejati tersebut membantu untuk melakukan pengamatan benda langit, cukup dengan membidik tanda arah Utara sejati yang telah dibuat menggunakan Teodolit:

1. Tanda horizontal



Gambar 4.10 Tanda arah Utara sejati secara Horizontal di OASA

2. Tanda vertikal



Gambar 4.11 Tanda arah Utara sejati secara Vertikal di OASA

Dari tanda tersebut, dapat diaplikasikan dalam pengamatan sebagai berikut:

1. Tahap satu

Pengamatan Rukyatul Hilal Dzulqa'dah 1443 H:

Tanggal = Senin Legi, 31 Mei 2022 M / 29 Syawal 1443 H

Lokasi = Surabaya (Observatorium Astronomi Sunan Ampel)

Ketinggian = 30 Meter

Lintang (λ) = $-7^{\circ} 19' 23''$ (S)

Bujur (φ) = $112^{\circ} 44' 00''$ (E)

Azimuth Hilal = $293^{\circ} 06' 08.83''$

Azimuth Matahari = $291^{\circ} 51' 35.99''$

Elongasi = $1^{\circ} 33' 28.15''$

Tinggi Hilal = $-1^{\circ} 29' 57.80''$

Konjungsi = 18:32:38 WIB

Maghrib = 17:18:56 WIB

Namun, Hilal bulan Dzulqa'dah 1443 H di Observatorium Astronomi

Sunan Ampel tertutup mendung dan polusi.



Gambar 4.12 Membidik arah Utara sejati untuk Rukyatul Hilal menggunakan Teodolit



Gambar 4.13 Hilal Bulan Dzulqa'dah 1443 H

2. Tahap dua

Pengamatan benda langit, yaitu Bulan

Tanggal = 3 Juni 2022 M / 3 Dzulqa'dah 1443 H

Lokasi = Observatorium Astronomi Sunan Ampel

Lintang (λ) = $-7^{\circ} 19' 23''$ (S)

Bujur (φ) = $112^{\circ} 44' 00''$ (E)

Azimuth Bulan = $307^{\circ} 20' 52''$

Altitude Bulan = $32^{\circ} 47' 44''$

Ketinggian = 30 Meter

Pukul = 17:44:00 WIB



Gambar 4.14 Membidik arah Utara sejati untuk pengamatan benda langit (Bulan) menggunakan Teodolit



Gambar 4.15 Bulan menggunakan Teodolit

Ketika menentukan arah mata angin, khususnya arah Utara sejati, sebaiknya harus memperhatikan posisi kekuatan pengaruh medan

magnetik, deklinasi magnetik, dan indeks badai magnetik, disekitar. Selanjutnya yaitu representasi dan estimasi arah mata angin, khususnya arah Utara sejati di OASA dan kampus UINSA:



Gambar 4.16 Representasi dan estimasi arah Utara sejati di Gedung Twin Tower UINSA

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis dengan judul *Uji Akurasi Aplikasi Kompas CrowdMag Dalam Menentukan Utara Sejati Pada Sistem Operasi Android Dan IOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel*, dapat diambil beberapa kesimpulan, yakni:

1. Hasil Penentuan arah Utara Sejati Aplikasi Kompas *CrowdMag* pada sistem operasi Android dan iOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel:
 - a. Penentuan arah Utara sejati dengan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder, menggunakan sinar Matahari sama presisi,
 - b. Penentuan arah Utara sejati memiliki nilai arah Utara sejati berupa 14° sistem operasi iOS, 17° sistem operasi Android dan 15° - 16° Kompas analog Suunto, terhadap arah Utara sejati menggunakan Teodolit dan Mizwala Qiblah Finder. Hasil penelitian yang lain juga dilakukan di medan magnet rendah berupa 3° sistem operasi iOS, 6° sistem operasi Android dan 4 - 5° Kompas analog Suunto, terhadap arah Utara sejati Teodolit.
2. Uji Akurasi aplikasi Kompas *CrowdMag* dalam menentukan arah Utara Sejati pada sistem operasi Android dan iOS di Observatorium Astronomi Sunan Ampel memiliki beberapa kesimpulan, yakni:

- a. Aplikasi Kompas *CrowdMag* dalam menentukan Utara sejati di Observatorium Astronomi Sunan Ampel, menggunakan sistem operasi Android dan iOS memiliki selisih 3° .
- b. Aplikasi Kompas *CrowdMag* pada sistem operasi Android dan Kompas analog Suunto Kb-14, kurang akurat ketika digunakan di Observatorium Astronomi Sunan Ampel dan medan magnet rendah.
- c. Arah Utara sejati menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* pada sistem operasi iOS, lebih akurat dibanding menggunakan aplikasi Kompas *CrowdMag* sistem operasi Android dan Kompas analog Suunto KB-14.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian ini. Penulis membuat tanda arah Utara sejati secara horizontal dan vertikal di OASA yang digunakan sebagai patokan dalam pengamatan-pengamatan benda langit, seperti rukyatul hilal menggunakan Teodolit. Arah Utara sejati tersebut dapat dijadikan acuan arah mata angin di kampus UINSA. Penelitian ini dilakukan oleh penulis bertujuan berkontribusi dalam pengembangan wawasan dan Ilmu pengetahuan. Semoga penelitian yang dilakukan penulis diharapkan dapat mengembangkan hasanah oleh pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmuni et al. “*The True North Urgency of The Earth in Determining the Deriction of The Qiblah According to Fiqh and Falak Science*”. *BIRCI Journal*. Vol. 3. No. 4. Nov 2020.
- Bay, Jason et al. “*Forensic Analysis of Third Party Location Applications in Android and iOS*”. *Department of Computer and Information Technology Purdue University*. 28 June 2019.
- Cassidy, Jeff. “*Directions, Courses, and Bearings: The Compass*”. *Steel City Sailing*. 2020.
- El-Banjary, Nur Hidayatullah. “Menentukan Arah Kiblat Dengan Hembusan Angin (Perspektif Fiqh dan Sains)”. t.t.
- Fadholi, Akhmad. “*Analisis Data Angin Permukaan Di Bandara Pangkalpinang Menggunakan Metode Windrose*”. *Jurnal Geografi Media Informasi Pengembangan Ilmu dan Profesi Kegeografian Universitas Negeri Semarang*. Vol. 10. No. 2: 112-122. 2 Juli 2013.
- Gumana, Ida Bagus Ketut Surya. *Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Berbasis Problem Based Learning Kelas III Sekolah Dasar SD Negri 1 Baru*. Universitas Pendidikan Ganesha, 2021.
- Gunawan, Nur Aisyah. “Akurasi Kompas Digital Pada Smartphone Android dalam Menentukan Arah Kiblat”. *Hisabuna*. Vol. 2. No. 2. Juni 2021.
- Hajar. *Ilmu Falak Sejarah, Perkembangan dan Tokoh-tokohnya*. Pekanbaru:PT Sutra Benta Perkasa, 2014.
- Halimah, Siti Nur. “Benang Merah Penemu Teori Heliosentris: Kajian Pemikiran Ibn Al-Syāṭir”. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-ilmu Berkaitan UIN Walisongo Semarang*. Juni 2018.
- Haris, Muhammad, Basit Jadoon, Farhan Hassan Khan. “*Evolution of Android Operating System: A Review*”. *Conference Papper*, 2017.
- Alamendah, “Jenis, Bagian, dan Fungsi Kompas”:
<http://www.pramukaria.id/2015/09/jenis-bagian-dan-fungsi-kompas.html?m=1> diakses pada tanggal 10 juni 2022.
- National Centers For Environmental Information NOAA, “Geomagnetism”:
<https://ngdc.noaa.gov/geomag/data.shtml> diakses pada 23 Mei 2022.
- National Centers For Environmental Information NOAA, “Geomagnetism”:

<https://ngdc.noaa.gov/geomag/geomag.shtml> diakses pada 23 Mei 2022.

Sulvi Sofiana, “UINSA Memiliki Observatorium Astronomi Sunan Ampel Untuk Belajar Falak”, *Tribunnews.com* :

<https://surabaya.tribunnews.com/2021/04/21/uinsa-miliki-observatorium-astronomi-sunan-ampel-untuk-belajar-ilmu-falak?page=all> diakses pada tanggal 21 April 2022.

Indonesia Fengshui Online Center, “Perkembangan Kompas Feng Shui (Luo Pan)”:

<https://www.klikfengshui.com/article/perkembangan-kompas-feng-shui-luo-pan> diakses pada tanggal 10 Juni 2022.

Ari Welianto. *Kompas.com*, “Penemuan Kompas Mendorong Bangsa Eropa Lakukan Penjajahan”:

<https://www.kompas.com/skola/read/2020/06/22/114500569/penemuan-kompas-mendorong-bangsa-eropa-lakukan-penjelajahan?page=allpage2> diakses pada tanggal 10 Juni 2022.

National Environmental Satellite Data and Information Service, Department of Commerce, “History of NOAA Satellites:

<https://www.nesdis.noaa.gov/current-satellite-missions/history-of-noaa-satellites> diakses pada 23 Mei 2022.

National Centers for Environmental Information NOAA. “About CrowdMag”:

<https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/crowdmag.shtml> Diakses pada 23 Mei 2022.

Ichwan, Muhammad dan Fifin Hakiky. “Pengukuran Kinerja Goodreads Application Programming Interface (API) Pada Aplikasi Mobile Android”. *Jurnal Informatika Institut Teknologi Nasional Bandung*. Vol. 2. No. 2. Mei-Agustus 2011.

Tim. Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan Balai Pengembangan Pendidikan Anak Usia Dini Dan Pendidikan Masyarakat Banten, *Mengenal Medan Magnet Fisika Paket C Kelas XII*, 2018.

Lathif, Muhammad Tajuddin. “Urgensi Koreksi Magnet Kompas Terhadap Akurasi True North Dalam Pengukuran Akurasi Arah Kiblat”. (skripsi—UIN Sumatera Utara, Medan, 2020).

Lestari, Farida Dian. “Peningkatan Pemahaman Materi Arah Mata Angin Pada Denah Mata Pelajaran IPS Melalui Media Papan Magnetik Siswa Kelas III MINU Wedoro”. (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2018).

- Mahrus, Ali. “*Uji Akurasi Data Aplikasi Android Mobile Topographer Dalam Menentukan Titik Koordinat Lintang Bujur*”. (Skripsi—UIN Walisongo Semarang, 2018).
- Marpaung, Watni. *Pengantar Ilmu falak*. Jakarta: Prenadamedia group, 2015.
- Maskhuriyah, Lailatul. “Penentuan Arah Kiblat Di Atas Kapal Menggunakan Alat Navigasi” (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019).
- Maskhuriyah, L. dan Novi Sopwan. “*Penentuan Arah Kiblat Di Atas Kapal Sebagai Aplikasi Penerapan Sistem Koordinat Dalam Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa Dan Ilmu Falak*”. Seminar Nasional Fisika (SNF) 2019: Menghilirkan Penelitian-Penelitian Fisika dan Pembelajarannya. Surabaya 19 Oktober 2019.
- Masruri, Muhammad Fakhru Islam dan Bayu Merdeka Tri Fristiyan Nanda. “Analisis Indeks Aktivitas Geomagnet Pada Saat Badai Geomagnet 13 Oktober 2016”. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* Vol. 5. No. 2. Juli 2018.
- Mukarram, Akh. *Ilmu Falak Dasar-Dasar Hisab Praktis*. Sidoarjo: Grafika Media, 2017.
- Muttaqin, Immanul. “Problematika Pengukuran Arah Kiblat di Kota Binjai Ditinjau Dari Penentuan Utara Sejati Bumi”. (Disertasi--UIN Sumatera Utara, Medan, 2021).
- NOAA, CIRES, NATO, DGC Positioning Defance, BGS. *State Of the Magnetic Fields*. December 2021.
- Ozcep, Ferhat. “*Terrestrial Magnetism in The Ottoman Empire: Documents and Measurement, Departement of Geophysics, Istanbul University and Visiting Scholar, Departement of History and Philosophy of Science*”. *University of Cambridge*. t.t.
- Purwaningsih, Retno dkk. “Interprestasi Bahwa Permukaan Daerah Sesar Kali Kreo Berdasarkan Data Magnetik”. *Unnes Physics Journal*. Semarang. 2019.
- Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak Dari Sejarah ke Teori Dan Aplikasi*. Depok: Rajawali Pers, 2017.
- Rianarda. “Studi Perbandingan Penentuan Posisi Geografis Berdasarkan Pengukuran dengan GPS (Global Position System), Peta Google Earth Dan Navigasi.Net”. *Jurnal Penelitian Sains*. Vol. 17. Mei 2015.

- Rohman, Arif Fahtur. “Uji Akurasi Qiblah Tracker RHI Dalam Menentukan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Bintang”. (Skripsi—UIN Walisongo Semarang, 2019).
- Sado, Arino Bemi. “Pengaruh Deklinasi Magnetik Pada Kompas dan Koodinat Geografis Bumi Terhadap Akurasi Arah Kiblat”. *Al-Afaq: Universitas Islam Negri Mataram*. Vol. 1. No. 1. 2019.
- Saltus, Rick and Manoj Nair, “*CrowdMag for Personal with Arctic Magnetic Variation*”. University of Colorado: CIRES, Boulder, USA, EGU General Assembly. 2020.
- Sasa Ani Arnomo, Hendra, *Perbandingan Fitur Smartphone, Pemanfaatan dan Tingkat Usability Pada Android dan iOS Platforms*, InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan, 2019, Vol. 3 No. 2.
- Sehah, dkk. “Pendugaan Model Sumber Anomali Magnetik Bawah Permukaan di Area Pertambangan Emas Rakyat Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas”. *Jurnal Fisika Indonesia*. No. 53. Vol. XVIII. Agustus 2014.
- Sopwan, Novi dkk. “*Akurasi Penentuan Altitude dan Azimuth Bulan Saat Gerhana Bulan Total 26 Mei 2021 di OASA UINSA Surabaya*”. *Seminar Nasional Fisika (SNF) 2021: Adaptasi Baru dalam Pembelajaran dan Riset Fisika untuk Mewujudkan Program Merdeka Belajar*. Surabaya 18 Oktober 2021.
- Suwarti, dkk. *Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino*. Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah. Semarang. t.t.
- Urgensi Koreksi Maghnet Kompas Terhadap Akurasi True North Dalam Pengukuran Akurasi Arah Kiblat. t.tp. t.t.